9. AUGUST 1929

HEFT 32

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

Hat das Batteriegerät ausgespielt?

Eine temperamentvolle Betrachtung.

Von

C. Hertweck.

Batterien wurden von jeher als lästig empfunden, wie wundervoll einfach sind dagegen Netzanschlüsse. Man müßte meinen, daß kein Mensch mehr noch ein Batteriegerät kauft. Und doch werden Batteriegeräte immer noch in großer Überzahl abgesetzt. Freilich, die Verkaufszahlen, die heute vorliegen, geben ein durchaus irreführendes Bild. Wir müssen bei jeder Statistik berücksichtigen, daß man fünf Jahre lang gewohnt war, Batterien zu haben. Und jede Gewohnheit, sei sie auch noch so schlecht, muß erst abgewöhnt werden. Außerdem befinden sich Netzgeräte auch noch in einem gewissen Anfangsstadium, Versager sprechen sich ungemein rasch herum, und es ist eine alte Tatsache, daß ein Versager in seiner moralischen Wirkung soviel zählt wie zehn Erfolge. Durch Anfangsmißerfolge sind also Netzanschlüsse von vornherein gehandikapt. Mit der Zeit wird sich das verlieren, der Hang zu größter Bequemlichkeit wird sich durchsetzen, und Netzgeräte werden sich immer steigenden Umsatzes zu erfreuen haben in Fällen, wo man heute noch Batteriegeräte kauft.

Man spricht immer von einem Kampf zwischen Netzgerät und Batteriegerät. Vorläufig stimmt das zwar, man macht sich gegenseitig immer noch Konkurrenz. Dabei ist das durchaus unnötig, denn beide Gerätearten haben ganz getrennte Arbeitsfelder. Würde man sich klar werden, was Netzgerät und Batteriegerät im Wesen unterscheidet, so würde man bald die gegenseitige Mißachtung und Herabsetzung aufgeben. Von Konkurrenz kann man nur reden, wenn zwei Geräte da sind, die den gleichen Dienst unter den gleichen Umständen gleich gut tun können. Nun gibt es aber zwischen Batterie- und Netzgeräten Unterschiede, die zahlenmäßig festgelegt werden können, so daß man von Fall zu Fall ausrechnen kann, welches Gerät vorteilhafter sein wird. Und wenn man erst einmal rechnet, kann man doch von Kampf nicht mehr gut reden.

Netzgeräte haben eine Domäne, wo Batterien nie konkurrieren können, das sind die Großgeräte, eigentlich die Großverstärker. Sprechstromleistungen von 1 Watt aufwärts bedingen ganz einfach wegen der Unterhaltungskosten Netzanschluß. Es ist aussichtslos, bei Leistungen von fünf, zehn, ja zwanzig Watt mit Batterien auskommen zu wollen, abgesehen von den großen notwendigen Spannungen, auch wegen der vielen Zellen und der aufmerksamen Wartung, die sie erfordern.

Netzgeräte haben aber auch offenkundig Fehler. Fehler sind jedoch an sich dazu da, daß sie behoben werden, aber unter Umständen kann es billiger kommen, den Fehler nicht zu beheben, sondern durch Benutzung eines anderen Gerätsystems ihn einfach zu umgehen. Da hat von Fall zu Fall die Rechnung zu entscheiden.

Ein Fehler ist die Abhängigkeit vom Netz. Setzt der Netzstrom aus, so ist auch der Empfang zu Ende. Das Aussetzen des Empfanges auf kurze Zeit könnte großen Schaden anrichten, der allerdings noch vermindert werden kann dadurch, daß ein kleines batteriegespeistes Gerät, vielleicht ein Reisegerät, eingesetzt wird.

Ein viel wesentlicherer Fehler ist der, daß das schönste Netzgerät keine zehn Pfennige wert ist, wenn kein Netz da ist! Doch davon später.

Wenn bei Beschaffung einer neuen Anlage alles für Netzanschluß spricht, so kann doch noch ein sehr gewichtiger Faktor die ganze Sache verderben, nämlich die Schwankungen der Netzspannung. Vorläufig sind dadurch die Gleichrichterröhren sehr bedroht. Möglich, daß sie einmal durch Kupfergleichrichter ersetzt werden können, aber dann bleiben immer noch die Empfängerröhren. Man tut so, als ob sie 10 v. H. Spannungsschwankungen aushielten. Gut tut es ihnen aber bestimmt nicht. Man verlasse sich nicht darauf, daß die Netze einmal schwankungsfrei arbeiten werden. Wer den Betrieb in einem Kraftwerk halbwegs kennt, wird die Unmöglichkeit zugeben, die Spannungsänderungen wesentlich unter 10 v. H. des Normalwertes zu halten. Es gibt ein Mittel, am Empfangsort die Spannungsschwankungen unschädlich zu machen, und das ist eine richtige kleine Umformerstation, mit Regeltransformator, Stufenschalter und Voltmeter. Ich erinnere nur an den Spannungsregler von Körting, der ein solches Miniaturumspannwerk darstellt. Soll die Geschichte wirklich brauchbar sein und sich nicht am Ende durch falsche Angaben des Meßinstrumentes als grimmiger Feind der Röhren ausweisen, so ist nicht unter einen Preis von 60 bis 70 M. herunterzukommen. Dazu gehört dann noch etwas Verstand bei der Bedienung, eine eigentümliche Sache, wo wir gerade unsinnigerweise dabei sind, den Rundfunkempfang als Geschäft für kleine Kinder auszubilden. Es sind also von vornherein 60 M. notwendig, um aus einem Netzgerät eine brauchbare Sache und keinen Röhrenfresser zu machen, und diese 60 M. müssen erst einmal aufgebracht und päter quasi verzinst werden.

Dann ist der Netzanschluß auch teuer. Geht man von Geräten aus, die einen mittleren Anodenstrom von 20 bis 40 mA (!) verbrauchen, so kostet der Netzanschluß der Anodenspannung, sofern er etwas taugt, nicht unter 150 M. Er ist dann allerdings so gut, daß er eine Batterie in der Geräuschfreiheit usw. vollkommen ersetzt.

Speist man auch noch die Heizung aus dem Netz, anstatt Akkumulator und Kleinlader, so braucht man noch 100 M. mehr und hat dafür nur die Aussicht, jedoch nicht die Garantie, die Geräuschfreiheit und die Stabilität des Batteriebetriebes zu erreichen. Bei 100 M. Zusatzkosten ist diese Aussicht allerdings wieder recht groß.

Das macht also für den Netzanschluß eines beliebigen Gerätes 250 M. Kosten, die die Kosten des Empfängers übertreffen.

Trotzdem, wenn ich wählen sollte, so würde ich mir unbedingt ein Netzgerät kaufen und würde warten, bis ich die zusätzlichen 250 M. und die 70 M. für den Spannungsregler beisammen habe. Ich weiß bestimmt, daß mein Apparat zehn Stunden pro Tag laufen wird, und daß dabei sich die Anlagekosten rentieren, denn 3500 Betriebsstunden jährlich könnte ich bei Batteriebetrieb niemals bezahlen. Sie würden die Anlagekosten des Netzanschlusses schon im ersten Jahre erreichen.

Der durchschnittliche Käufer geht jedoch ganz anders vor. Einerlei ob er einen Photoapparat, einen Radioapparat oder ein Faltboot braucht, so setzt er sich von vornherein ein Preislimit, das sich ganz nach dem Inhalt seines Geldbeutels richtet. Dann erst guckt er Prospekte an. Sagen wir, er denkt 200 M. auszugeben. Dafür bekommt er einen Netzdreier, sogar einen guten, den ich sofort nehmen würde. Er gibt aber lieber 250 M. aus, „stottert" und kauft einen Vierer für Batteriebetrieb. Der Vierer leistet mehr als der Dreier, darüber herrscht kein Zweifel. Einen Netzvierer hätte er aber um dieses Geld nie bekommen. Er weiß ganz genau, daß der Batteriebetrieb teuer ist, aber er kalkuliert so: 500 M. für einen Vierer könnte ich nie aufbringen. Also nehme ich einen um 250 M., der dasselbe leistet.

Ich weiß, daß der Betrieb des billigen Apparates teuer ist, aber es zwingt mich niemand, länger zu hören, als ich will. Im Sommer arbeitet der Apparat sowieso kaum, da wäre der Netzanschluß totes Kapital. Und wenn ich mal gerade kein Geld habe, eine neue Batterie zu kaufen, so höre ich eben eine Weile nicht. Die Hauptsache ist die: Hätte ich 500 M. ausgegeben, so wäre ich gezwungen, meinen Apparat andauernd laufen zu lassen, damit diese 500 M. nicht untätig stilliegen. So habe ich nur 250 M. stilliegen, und um 12 M. kann ich mir die Möglichkeit verschaffen, 100 Stunden lang genau so zu hören, als hätte ich 500 M. ausgegeben.

Der Mann hat nicht unrecht. Das Batteriegerät bietet vermöge seiner geringen Anlagekosten eine gute Empfangsmöglichkeit auch für solche Leute, die sich kein Netzgerät leisten können oder wollen. Hat man Geld, schön, hört man Rundfunk, hat man keins, so hört man eben eine Weile nichts, bis man wieder welches hat. Hauptsache ist, daß in den Empfangspausen, seien sie durch Geldmangel oder durch den Sommer bedingt, nur wenig Anlagekapital totliegt. Den Nutzen davon hat nur der Rundfunk als Ganzes. Er gewinnt zahlende Hörer. Es ist doch ein uralter Witz, das man darauf bedacht sein muß, möglichst weite Kreise an eine Sache heranzubringen, wenn sie sich rentieren soll.

Warum soll man diesen Leuten nicht entgegenkommen? Offengestanden sind unsere heutigen Batteriegeräte eigentlich Unfug, stromfressender Unfug dazu.

In den letzten fünf Jahren hatten wir genug damit zu tun, überhaupt Empfangsmöglichkeiten zu schaffen. Damit sind wir am Ende. Es haben sich feste Gerättypen herausgeschält, die allen vorkommenden Ansprüchen genügen können. Es ist jetzt unsere Aufgabe, diese Gerättypen zu wirtschaftlich arbeitenden Maschinen auszugestalten. Da ist z. B. in jedem Gerät eine Endstufe. Sie wird viel Strom brauchen. Wir müssen für guten Lautsprecherempfang ein halbes bis ein ganzes Watt Wechselstromleistung zur Verfügung haben. Dieses Watt Wechselstromleistung bedingt 2 Watt Heizleitung und 4 Watt Anodenstromleistung, 6 Watt! Ein Taschenlampenbirnchen braucht nicht einmal 1½ Watt. Immerhin, 6 Watt für die Endstufe lassen sich verkraften. Dabei muß berücksichtigt werden, daß die wenigsten heute verwendeten Endröhren soviel brauchen. Sie arbeiten dafür schlechter. 6 Watt genügen, ein Optimum an Leistung zu sichern, das heute noch in ganz seltenen Fällen schon gehört wird. Die Möglichkeit ist vorhanden, bei weiterer Verbesserung des Röhrenmaterials diese Verlustleistung von 6 auf 3 Watt herabzudrücken. Ich persönlich bin der Ansicht, daß zudem für Zimmerlautstärke durchaus nicht ein volles Watt Wechselstromleistung erforderlich ist. Wir haben noch gar kein Material darüber, mit wieviel Nutzeffekt die Schallumsetzung in unseren Lautsprechern vor sich geht. Doch ist dies ein so weites Feld, daß heute noch kaum darüber gesprochen werden kann. Vielleicht werden wir für denselben Effekt wie heute später einmal nur ein Zehntel der heutigen Leistung brauchen. Daß dann auch die Verlustleistung herabgehen kann, ist wohl klar. Doch das ist Zukunftsmusik. Bleiben wir mal vorläufig bei unseren 6 Watt Batterieleistung für die Endstufe. Die müssen wir aufbringen, und wir können es ohne allzuviel Kosten.

Nun aber die Vorstufen. Hatte die Endstufe ein Recht auf die Aufwendung von Leistung, so haben die Vorstufen keinerlei Recht dazu. Sie brauchen nur Spannungen zu verstärken. Da aber dabei Verluste auftreten, so kann man jeder Vorstufe nur ein Recht auf eine ganz geringe Batterieleistung zusprechen. Nur darf sie nicht so unsinnig viel Strom brauchen wie heute. Als Niederfrequenzverstärker wird man unbedingt Widerstandsverstärkung wählen, und es ist nur eine Frage der Zeit, wann sich die aufzuwendende Heizleistung weiter herabsetzen läßt. Die Anodenleistung ist ja sehr gering.

Als Hochfrequenzverstärkung sind alle unsere bisherigen Methoden unbrauchbar. Trafoverstärker brauchen zuviel Strom, Widerstandsverstärker haben empfangstechnisch unangenehme Eigenschaften (Selektion usw.). Man braucht eine Kombination von beiden, die die beiderseitigen Vorteile in sich vereinigt, und diese Kombination gibt es bereits.

Man ist heute in der Lage, einen Sechsröhrenapparat zu bauen, der nur 3 Watt Heizleistung und 4 Watt Anodenleistung benötigt bei einer Endstufe, die schon mehr als Kraftstufe bezeichnet werden muß. Würde man sich mit mittelmäßigem Empfang bei Zimmerlautstärke zufrieden geben, also bei einer Qualität, die heute noch als „gut" gilt, so kommt man auf die Hälfte herab. Jede weitere Röhre würde nur 0,2 Watt Zusatzleistung bedingen.

Zuvor habe ich behauptet, unsere heutigen Batterien taugten nicht viel. Das stimmt für Heizbatterien nur bedingt. Unsere Akkumulatoren sind sehr gut, nur haben sie den Nachteil, daß sie eine Ladestelle und gute Behandlung brauchen.

Dagegen machen die meisten Anodenbatterien noch viel Kummer. Ein Trockenelement ist eine recht empfindliche Angelegenheit, sehr schwer zu bauen und kann bei guter Qualität wegen der hohen Materialkosten nicht billig sein.

Ein Trockenelement arbeitet um so wirtschaftlicher, je geringer man es belastet. Es sollte daher nur so stark belastet werden, daß es knapp vor der Zeit erschöpft ist, die seine natürliche Lagerfähigkeit als Grenze setzt. Um diese Minimalbelastung so gut wie möglich zu erreichen und vor allem alle Zellen gleichmäßig zu belasten, gibt es eine Menge Tricks. Der gröbste davon und der am besten rentierende ist die Verwendung von ausgesprochenen Großbatterien. Anstatt Batterien von 2 Amperestunden Kapazität braucht man solche mit 6, 8, ja 10 Stunden. Und dann zeigt sich, daß es immer besser ist, eine große Batterie statt zwei kleinerer zu kaufen.

Je billiger man den Betrieb ausgesprochener Batteriegeräte gestalten kann, desto eher ermöglicht man den Kauf eines Empfängers gerade dort, wo kein Netz zur Verfügung steht. Und jeder verkaufte Apparat bedeutet einen Machtzuwachs des Rundfunks.

Lassen wir die Streiterei „Netzanschluß oder Batterie". Sie bringt uns nur Unkosten und verwirrt Nichtfachleute. Sehen wir lieber zu, den Betrieb beider Klassen wirtschaftlich zu gestalten. Beide werden dann Kunden finden, mehr als je, und den Nutzen davon haben wir schließlich alle.

Und was schließlich zum Schluß noch auszusprechen bleibt: Batteriebetrieb ist durchaus nicht so hoffnungslos, wie es aussieht. Er ist im Gegenteil allein dazu geeignet, den Rundfunk in Kreise zu tragen, die auf andere Weise nie an die Beschaffung eines Empfängers denken können.



Selbstbau abgeschirmter Rahmen

Die Abschirmung vorhandener Rahmen mit Draht oder Blech. — Der Rahmen zum aperiodischen Hochfrequenzverstärker. — Abschirmung der Zuleitungen.

Von

Eduard Rhein.

In Heft 28, 29 und 30 des „Funk-Bastler" hatte Eduard Rhein den Selbstbau eines Empfängers mit aperiodischer Hochfrequenzverstärkung beschrieben. Diese Aufsatzreihe wird heut fortgesetzt mit der Baubeschreibung des notwendigen abgeschirmten Rahmens.

Daß sich die atmosphärischen und örtlichen Störungen durch den Rahmenempfang wesentlich verbessern lassen, ist seit vielen Jahren bekannt und inzwischen auch theoretisch und an Hand praktischer Messungen wiederholt bestätigt worden. Aber dennoch hat man sich die Vorteile des Rahmens bisher nur beim Superhet nutzbar gemacht, und auch dort auffallenderweise in nur sehr geringem Maße. Die meisten Superhets sind mit Rücksicht auf die bei Netzbetrieb doch verlorengehende Richtwirkung schon an sich so selektiv, daß diese dabei völlig bedeutungslos ist. Da alle Vorteile des Rahmens ausnahmslos aus seiner Richtwirkung resultieren, wird deshalb bei diesen Rahmenempfängern auch der Vorteil der größeren Störfreiheit mit aufgegeben.

Mit der Durchbildung aperiodischer Hochfrequenzverstärker gelangt der Rahmen aufs neue zur Bedeutung, nachdem es durch diese Verstärkungsart gelungen ist, auf einfache Weise die zum Rahmenempfang erforderlichen Verstärkungsgrade zu erzielen, ohne die bei anderen Verstärkern damit verknüpften Nachteile in Kauf nehmen zu müssen.

Da Selektivität und Klangtreue in einem umgekehrten Verhältnis zueinander stehen, Klangtreue und Störfreiheit aber heute — erfreulicherweise! — mehr denn je im Vordergrund des Interesses stehen, wird man dem gerichteten Rahmenempfang in der nächsten Zeit besonderes Interesse entgegenzubringen haben. Es gilt heute, bei allen Rahmenempfängern durch geeignete Maßnahmen dafür zu sorgen, daß die Richtwirkung des Rahmens auch bei einseitiger Erdung des Gerätes (Gleich- oder Wechselstrom-Netzanschluß) wieder vollständig hergestellt wird, so daß ein einwandfreies Minimum des Ortssenders bzw. des Störers zu erhalten ist. Die Möglichkeiten, die sich hierzu bieten, sind inzwischen weitgehend untersucht worden[1]). Bei diesen Untersuchungen hat sich gezeigt, daß schon durch zweckmäßig angebrachte Abschirmdrähte eine wesentliche Verbesserung zu erzielen ist. Noch günstiger gestalten sich die Verhältnisse bei Abschirmung des Rahmens durch eine Blechverkleidung. Da den Besitzern von Rahmenempfängern nicht allein mit der Baubeschreibung eines abgeschirmten Rahmens gedient sein kann, vielmehr nach Möglichkeit versucht werden sollte, die Verhältnisse an bereits vorhandenen Rahmen, soweit es geht, zu verbessern, wird im folgenden an einigen voneinander abweichenden industriellen Ausführungen gezeigt, auf welche Weise sich bei ihnen eine Draht- oder Blechabschirmung anbringen läßt.

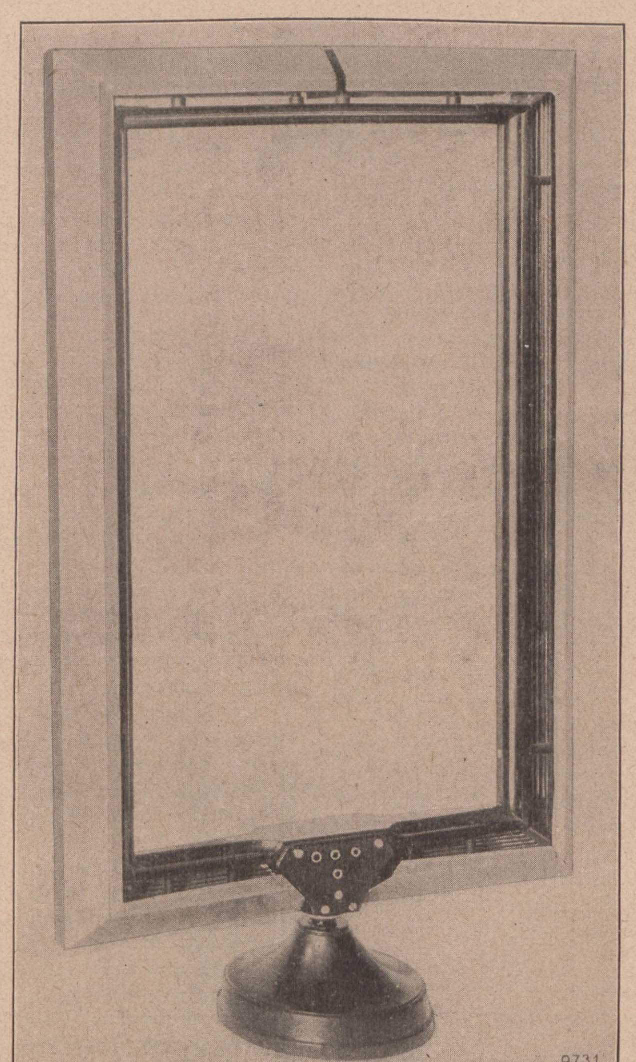


Abb. 1. Der selbstgebaute Rahmen zum aperiodischen Hochfrequenzverstärker. (Vgl. auch Abb. 16.)

Die Abschirmung durch Blech erfordert einige Fertigkeit, die besonders dann recht groß sein muß, wenn auf ein schönes Aussehen der Blechverkleidung Wert gelegt wird. Einfacher und viel billiger als die Abschirmung durch Blech ist die durch Drähte. Wo die Verhältnisse also nicht geradezu auffallend schlecht liegen, sollte man zunächst versuchen, mit der Drahtabschirmung auszukommen. Genügt sie nicht — das kann schon durch einen Versuch festgestellt werden — so sind die entstandenen Verluste an Draht doch immer nur unwesentlich.

Die Drahtabschirmung.

Für diese Art der Abschirmung eignet sich am besten emaillierter Kupferdraht von 0,7 bis 1 mm Durchmesser. Nur dort, wo die — ohnehin meist illusorische — Zusammenlegbarkeit des Rahmens gefordert wird, muß an Stelle des massiven Drahtes entweder Antennenlitze oder Hochfrequenzlitze verwendet werden. Grundsätzlich ist zu beachten, daß sich die Abschirmwindungen nicht oberhalb oder unterhalb der Rahmenwicklungen befinden sollten, sondern daß sie zweckmäßig in den Zwischenraum zwischen je zwei Windungen eingefügt werden. Ihre Zahl schwankt zwischen 30 und 100 v. H. von der Zahl der Rahmenwindungen.

Der in letzter Zeit wiederholt anzutreffende Ausdruck „Abschirmwindungen" ist falsch, weil er den Anschein erweckt, als ob es sich bei diesen Drähten um geschlossene Windungen handele. Wie Abb. 5 a zeigt, ist das nicht der Fall. Der Abschirmdraht umgreift die Windungen, ohne sich an seinem oberen Punkte zu schließen. Eine ge-

[1]) Vgl. Manfred v. Ardenne: „Grenzen beim Rahmenempfang", „Funk-Bastler" Jahr 1929, Hefte 24, 25, 26.

schlossene Windung würde als Kurzschlußring wirken und dem Rahmenkreis den größten Teil seiner Energie entziehen. Die mechanische Verbindung der einzelnen Abschirmdrähte geschieht am besten durch ein isolierendes Zwischenstück. Es muß jedoch streng darauf geachtet werden, daß dieses Zwischenstück nicht aus ungeeignetem Material hergestellt wird, also etwa aus Holz, Pappe oder dergleichen. Es ist vielmehr notwendig, zu diesem Zweck entweder Hart-



Abb. 2. Mit Kupfer umsponnener Rüschschlauch zum Abschirmen der Zuleitungsdrähte.

gummi, Pertinax, Zelluloid, Fibre oder dergleichen zu verwenden.

An ihren Mitten werden die Drähte auf geeignete Weise fest miteinander verbunden — am besten durch Anlöten einer besonderen Verbindungsleitung — und dann an eine Anschlußbuchse geführt. Beim Aufziehen der einzelnen Drähte achte man sorglich darauf, daß sie straff gespannt sind. Die bei einigen Rahmenkonstruktionen auftretenden mechanischen Schwierigkeiten werden jeweils näher erläutert.

Die Verbindungsleitungen.

Die Verbindungsleitungen zwischen Rahmen und Empfänger müssen ebenfalls abgeschirmt werden, weil sie sonst als Antenne wirken und elektrische Wellen aufnehmen. Die einfachste Art einer solchen Abschirmung läßt sich durch den sogenannten Abschirmschlauch bewerkstelligen (vgl. Abb. 2). Dieser Schlauch besteht aus einem Rüschrohr, das von einem feinen Kupferdrahtgewebe umflochten ist. Durch dieses Rüschrohr wird die Hochfrequenzlitze gezogen, während das Drahtgeflecht mit der Rahmenabschirmung einerseits und mit dem Empfängergehäuse anderseits verbunden wird. Es ist zu diesem Zweck notwendig, die Umflechtung in sich etwas zusammenzuschieben, damit sie sich auf dem Rüschrohr verschieben läßt. Dann zieht man das Rohr um ein solches Stück nach innen, wie man Umflechtung als Zuleitung zu dem Stecker benötigt. Unter Verwendung eines Bleistiftes kann man nunmehr die Umflechtung an der fraglichen Stelle soweit auseinanderdrücken, daß sich das Rohr bequem um etwa 2 cm daraus vorschieben läßt. Das Rüschrohr wird nun genau auf die erforderliche Länge zugeschnitten; dann streift man den Drahtüberzug wieder fest über das Rohr, merkt sich die Stelle, an der das andere Ende des Rohres hindurchgeschoben werden soll, und verfährt genau wie bei dem zuerst durchgeschobenen Ende.

Damit sich die Umflechtung nicht später wieder zusammenschieben kann, ist es ratsam, sie nach dem Einziehen

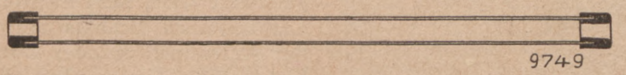


Abb. 3. An den Enden isoliertes Messingrohr zum Abschirmen der Zuleitungsdrähte.

der Hochfrequenzlitze entweder mit dünnem Kupferdraht oder mit Schnur fest zu umwickeln.

Versuche, die leitende Verbindung mit dem Drahtgeflecht durch Lötung oder Klemmung herzustellen, haben bisher keine mit einfachen Mitteln herstellbaren und technisch einwandfreien Lösungen gebracht. Wirklich elegante Lösungen lassen sich wohl nur bei Benutzung besonderer Stecker erzielen.

Als weitere Abschirmmethode für die Leitungen wäre ein gewöhnliches Kupfer-, Messing- oder Aluminiumrohr zu nennen, dessen beide Enden zur Vermeidung von Beschädigungen der Drahtisolation mit entsprechenden Abschlußtüllen versehen werden müssen (Abb. 3). Diese Vorrichtung ist elektrisch vollkommen einwandfrei, aber etwas unbeholfen. Die Rohrwand wird mit der Abschirmung des Rahmens und des Empfängers verbunden.

Die ästhetisch beste Lösung ist wohl die Verwendung biegsamen Metallschlauches, der vernickelt in allen gewünschten Durchmessern zu haben ist. Für unsere Zwecke genügt ein Schlauchdurchmesser von 9 bis 14 mm. An den beiden Enden des Schlauches läßt sich leicht eine Schelle nach Abb. 4 anbringen, an der dann der erforderliche Dreifachstecker durch zwei oder drei Schrauben befestigt werden kann. Diese Befestigung kann dann der Lage der Anschlußbuchsen entsprechend entweder nach Abb. 4a oder nach Abb. 4b erfolgen.

D i e L ä n g e d e r V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n. Die Verbindungsleitungen sollten sich durch Kürze auszeichnen. Diese hängt in erster Linie von der Bauart des Rahmens ab, so daß sich dafür keine genauen Maße angeben lassen. Praktisch dürfte das Maß zwischen etwa 20 und 50 cm schwanken. Jedenfalls ist es verkehrt, die Rahmenzuleitung länger als unbedingt nötig zu machen.

Die Abschirmung durch Blech.

Für diesen Zweck kann entweder Kupferblech von 0,5 bis 1,0 mm Dicke oder Aluminiumblech von etwa 0,8 bis 1,0 mm Dicke verwendet werden. Aus ästhetischen Gründen wird man wohl in den meisten Fällen Aluminium vorziehen. Der Abstand des Abschirmbleches von den Rahmenwindungen kann nicht beliebig gewählt werden. Bei

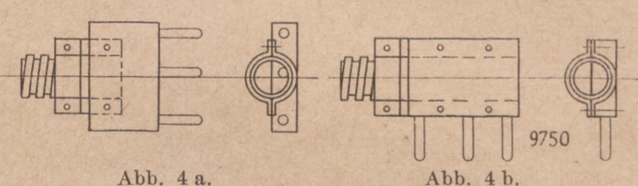
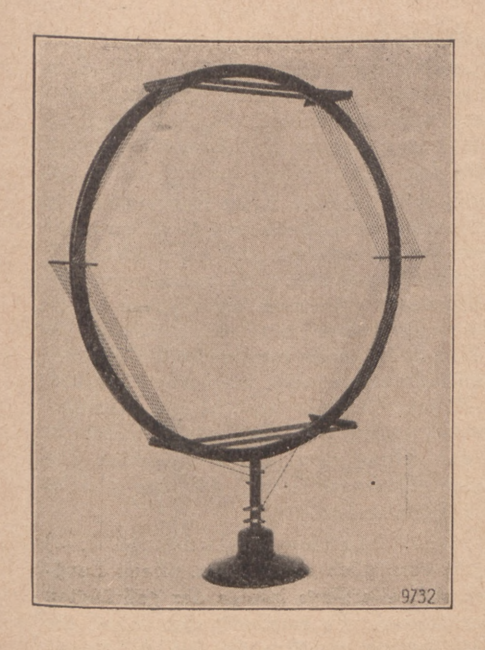


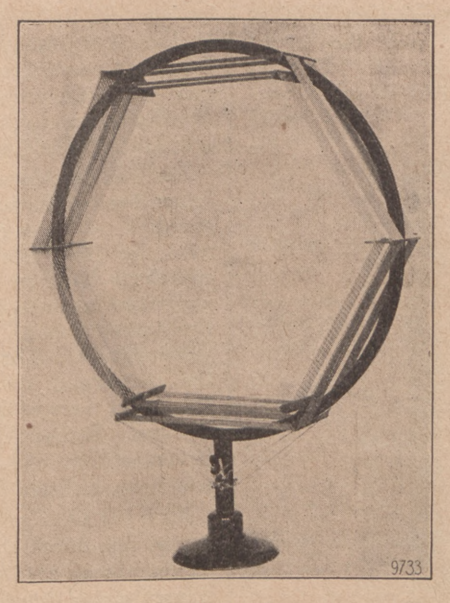
Abb. 4a. Abb. 4b.
Die Befestigung des Dreifachsteckers am Metallschlauch.

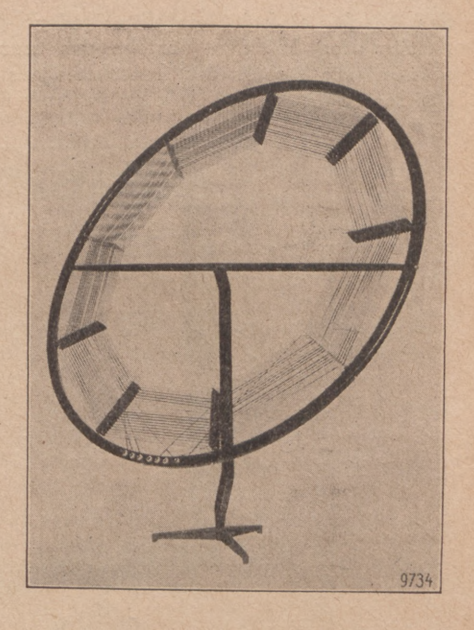
zu geringer Entfernung der beiden voneinander entsteht eine zu große Dämpfung des Rahmens, während bei zu weitem Abstand der Durchgriff von außen zu groß wird und der Rahmen dann doch noch einen Antenneneffekt aufweist. Angenähert läßt sich sagen, daß ein Abstand von 10 bis 12 mm zwischen Rahmenwindungen und Abschirmblech recht brauchbare Ergebnisse bringt.

Die Abschirmung kann entweder aus massivem Blech der angegebenen Dicke oder aus einem festen Gerüst mit eingelegten Blechplatten bestehen. Zur Herstellung der erstgenannten Abschirmung besorgt man sich zuerst Kupfer- oder Aluminiumblech und schneidet es zurecht; dazu genügt eine kräftige Schere. Dann biegt man es über eine Schablone, die man sich vorher aus einem Stück Holz zurechtgeschnitten hat. Eine Umbördelung des Bleches ist schwierig und kann nur dem geschickten Bastler empfohlen werden. Auch dazu macht man sich eine einfache Schablone. Das Blech wird in diese Vorrichtung fest nach unten eingeschoben und dann rechtwinklig scharf umgebogen. Der Rest der Falzung läßt sich leicht mit der Hand und einem Hammer durchführen. Die Breite des Bördelrandes richtet sich nach der Güte der verwendeten Schablone und schwankt zwischen etwa 2 und 5 mm.

Über die Befestigung der Abschirmbleche am Holzgestell des Rahmens ist bei der Einzelbesprechung Näheres gesagt. W i c h t i g i s t j e d o c h, d a ß a l l e S t ü c k e d e r V e r k l e i d u n g g u t l e i t e n d m i t e i n a n d e r v e r s c h r a u b t o d e r v e r l ö t e t w e r d e n. (Das letzte ist nur bei Kupfer möglich.) Oben in der Mitte bleibt — genau wie bei der Drahtabschirmung — eine offene Stelle. Dieser Schlitz sollte nicht zu breit sein. Zwei bis drei Millimeter genügen. Bei der Abschirmung durch ein Gerüst mit eingelegten Blechen werden Bügel von etwa 5 mm Breite und 1 bis 1,5 mm Dicke verwendet. In diese Bügel wird







Die Kreisrahmen.

Abb. 5. Kreisrahmen für Mittelwellen (Breitwicklung).

Abb. 6. Kreisrahmen für Mittel- und Langwellen (Breitwicklung).

Abb. 7. Kreisrahmen für Mittel- und Langwellen (Flachwicklung).

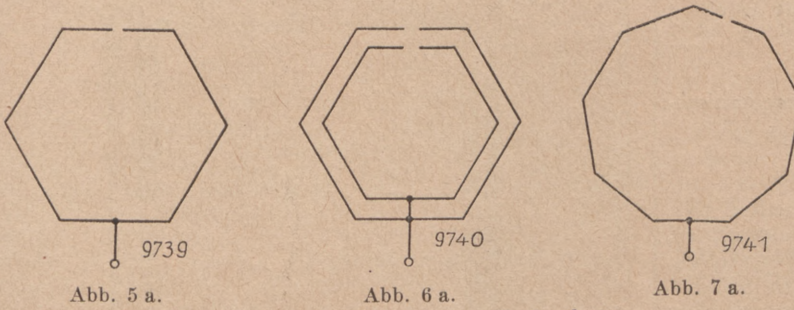


Abb. 5 a. Abb. 6 a. Abb. 7 a.

Die Abschirmdrähte auf den Kreisrahmen.

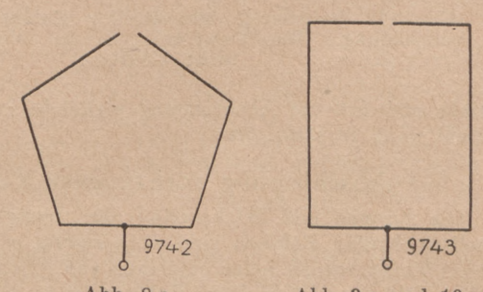
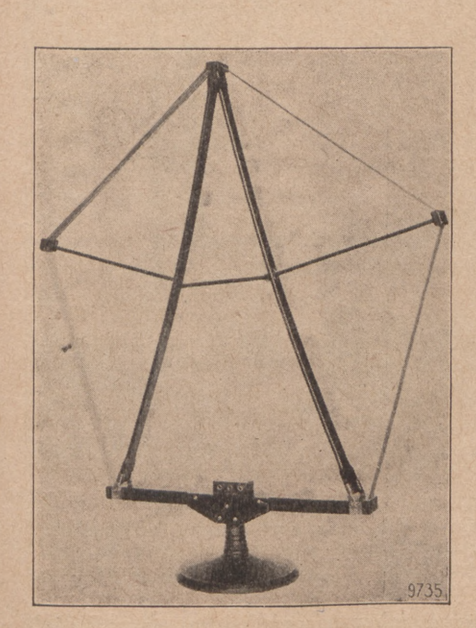
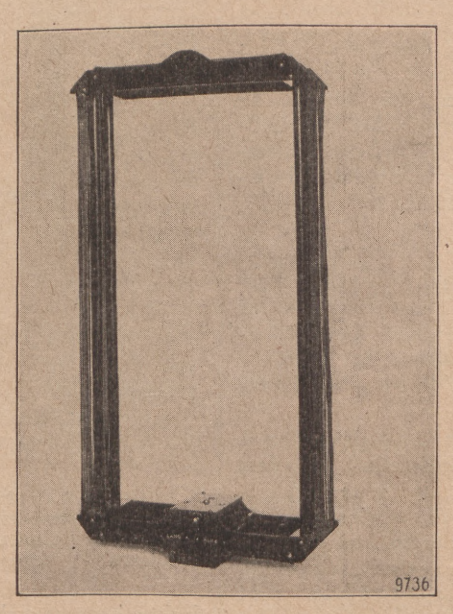
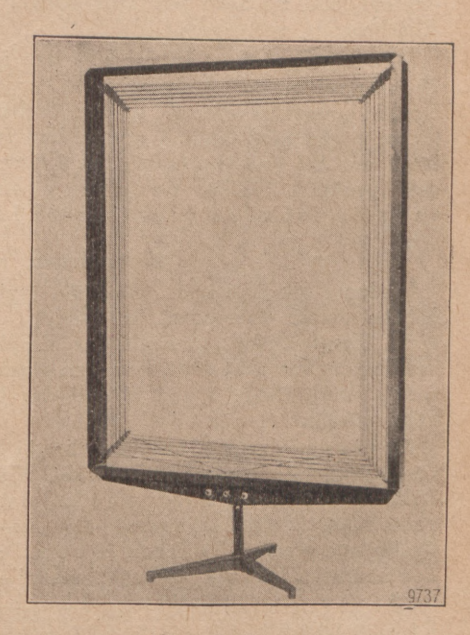


Abb. 8 a. Abb. 9 a und 10 a.

Abschirmdrähte auf den zusammenlegbaren und den Viereckrahmen.







Zusammenlegbare und Viereckrahmen.

Abb. 8. Zusammenlegbarer Rahmen. Abschirmdrähte aus Litze.

Abb. 9. Viereckrahmen auf Mittel- und Langwellen umschaltbar.

Abb. 10. Viereckrahmen, der sich besonders für den aperiodischen Hochfrequenzverstärker eignet, wenn nicht Blechabschirmung notwendig ist.

das Blech einfach eingelötet oder -geschraubt. Diese Konstruktion hat den Vorteil, daß man sich die etwas schwierigere Arbeit des Zurechtbiegens erspart. Sie hat den Nachteil, daß der Rahmen nachher nicht so schön aus-

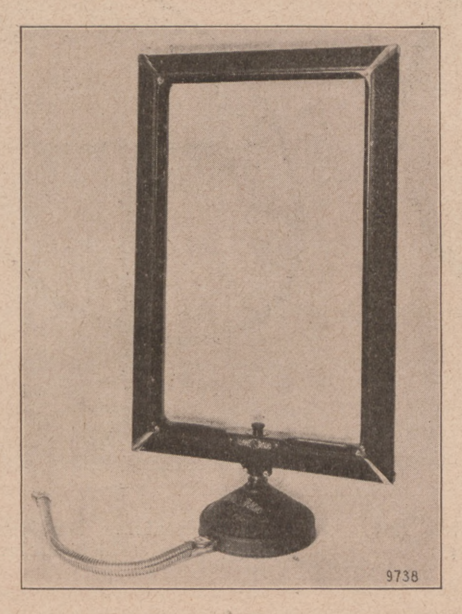


Abb. 11. Industriell hergestellter Rahmen mit Blechverkleidung. Die Trennstelle in der Verkleidung ist nicht sichtbar.

sieht und daß die Abschirmung vielleicht auch mechanisch nicht ganz so stabil ist.

Abschirmung vorhandener Rahmen.

Die Formen und Wickelarten der fertig gekauften und selbstgebauten Rahmen sind so vielartig, daß es gewiß zu weit führen würde, jeden einzelnen von ihnen zu besprechen. Die Wahl der abgebildeten Rahmen ist so getroffen, daß damit im Prinzip wohl alle praktisch in Frage kommenden Arten gedeckt sind. Der „Spinnwebrahmen", d. h. der als flache Spirale gewickelte Rahmen, hat keine Bedeutung und ist auch nur sehr schwer bzw. gar nicht zur Abschirmung verwendbar.

Für diejenigen Bastler, die sich den in den Heften 27 bis 29 beschriebenen Rahmenempfänger mit aperiodischer Hochfrequenzverstärkung gebaut haben, sei bereits an dieser Stelle ausdrücklich gesagt, daß sowohl bei den mittleren wie bei den langen Wellen 6 bzw. 12 Rahmenwindungen genügen. Ein sogenannter Langwellenrahmen ist also nicht erforderlich!

1. Kreisrahmen.

In den Abb. 5, 6 und 7 sind die typischen Ausführungsformen dieser Rahmenart abgebildet. Wenn man die für diese Besprechung unwesentliche Kippbarkeit des Rinkelrahmens außer acht läßt, kann man zwischen der Breitwicklung (Abb. 5 und 6) und der Flachwicklung unterscheiden.

Kreisrahmen mit Flachwicklung lassen sich verhältnismäßig einfach mit Draht abschirmen. Bei dem Rahmen nach Abb. 5 (Mittelwellen) hat sich eine hundertprozentige Drahtabschirmung als günstig erwiesen. Die Drahtstege werden zwischen je zwei Drähten und auch an den Außenseiten mit einer Schmalfeile soweit eingefeilt, daß die eingelegten Abschirmdrähte mit den Windungen in einer Ebene liegen. Das ist sehr wichtig, weil sonst der Durchgriff von außen wieder zu groß wird.

Die zu den Anschlußbuchsen schräg nach unten führenden Leitungen legt man am besten so um, daß die Anschlußbuchsen am Reifen selbst befestigt werden, wie das bei dem in Abb. 7 ersichtlichen Rahmen zu erkennen ist. Soll diese Änderung vermieden werden, so schiebe man über die Enden den bereits im vorhergehenden Abschnitt erwähnten metallüberflochtenen Rüschschlauch, dessen Metallumhüllung dann selbstverständlich mit der Abschirmung zu verbinden ist.

Für eine Abschirmung mit Blech ist dieser Rahmen infolge seiner breiten Bauart schon aus ästhetischen Gründen nicht geeignet. Bei dem Langwellenrahmen (Abb. 6) wird der für Mittelwellen bestimmte Teil wie der vorbesprochene Rahmen behandelt. Bei dem eigentlichen Langwellenteil genügt im allgemeinen eine fünfzigprozentige Drahtabschirmung. Das heißt, daß nur zwischen je zwei Windungen ein Abschirmdraht eingefügt zu werden braucht. Bei Benutzung des Mittelwellenteils braucht die Abschirmung des Langwellenteils nicht besonders abgeschaltet zu werden. Bezüglich der schräg nach unten geführten Zuleitungsdrähte und der Blechverkleidung gilt das gleiche wie beim Rahmen für Mittelwellen.

Kreisrahmen mit Flachwicklung (Abb. 7) lassen sich durch Draht vorzüglich abschirmen. Beim Langwellenrahmen ergeben sich allerdings infolge der gedrängten Bauart einige Schwierigkeiten. Es empfiehlt sich daher, die Drahthalter zum Einfeilen der Schlitze für die Abschirmdrähte herauszunehmen (aber einzeln!). Bei dem Mittelwellenrahmen ergaben 100 v. H. Abschirmdrähte ein gutes Resultat. Beim Langwellenrahmen genügen durchweg 80 v. H. Eine Blechverkleidung ist nicht zu empfehlen, da sie schwierig herzustellen, teuer und häßlich wäre.

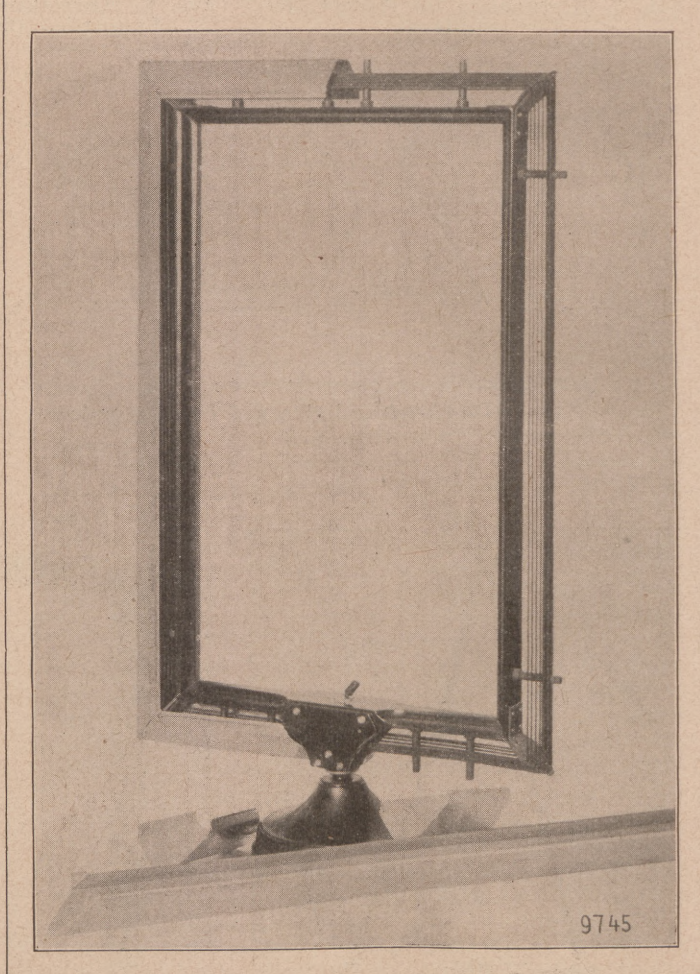


Abb. 15. Der selbstgebaute Rahmen. Die Blechverkleidung ist erst zur Hälfte aufgesetzt. Soll der Rahmen mit Draht abgeschirmt werden, so müssen die Stege doppelt soviel Kerbschlitze erhalten.



2. Zusammenlegbare Rahmen.

Diese Rahmen werden meist vier- oder fünfeckig ausgeführt. Der bekannte DTW-Rahmen (auf der Spitze stehendes Quadrat) hat mit dem in Abb. 9 wiedergegebenen Rahmen insofern eine gewisse Ähnlichkeit, als die Windungen an den Haltepunkten zwischen Hartgummiklötzen eingeklemmt sind. Das Einlegen der aus dünner Antennenlitze oder aus billigster Hochfrequenzlitze bestehenden Abschirmdrähte ist bei diesen Rahmen verhältnismäßig einfach. Die Zahl der Abschirmdrähte schwankt zwischen 60 und 100 v. H. Der etwa vorhandene Langwellenteil, falls dichter gewickelt (z. B. beim DTW-Rahmen), braucht weniger Abschirmdrähte. Beim DTW-Rahmen genügten 100 v. H. beim Mittelwellen- und 60 v. H. beim Langwellenteil. Eine Blechverkleidung kommt mit Rücksicht auf die Zusammenlegbarkeit nicht in Frage.

3. Viereckrahmen.

Diese Rahmen sind — sofern sie Flachwicklung tragen — für Draht- und Blechabschirmung meist gleich gut geeignet. Sie werden sowohl mit Breit- als auch mit Flachwicklung hergestellt. Breitwicklung hatte beispielsweise der zum Superhuth II gehörige Rahmen der Firma Dr. Erich F. Huth (vgl. auch Abb. 5). Für diese Rahmen gilt das gleiche wie für den in Abb. 5 wiedergegebenen Rahmen.

Ein Viereckrahmen mit Flachwicklung ist in Abb. 10 gezeigt. Dieser Rahmen wurde zu Versuchszwecken erst mit einer Draht- und dann mit einer Blechverkleidung abgeschirmt. Beide Abschirmungen ergaben sehr gute Resultate. Die Abschirmbleche wurden von der Seite auf die Befestigungsschrauben geschoben, so daß sich der seitliche Abstand zwischen Blech und Windungen verändern ließ. Dabei ergab sich ein günstigster Abstand von 12 mm. Aber auch bei dieser Art der Abschirmung stört die Plumpheit der Blechverkleidung. Wesentlich günstiger können die Verhältnisse gestaltet werden, wenn man schon beim Bau des Rahmens auf die etwa notwendig werdende Blechabschirmung Rücksicht nimmt. Bei dem in Abb. 1 wiedergegebenen Rahmen wurde neben der selbstverständlichen Forderung nach einwandfreiem elektrischem Aufbau besonderer Wert darauf gelegt, daß der Rahmen sowohl unabgeschirmt als auch mit Draht- oder Blechabschirmung versehen einen ästhetischen Anblick bietet.

Selbstbau des Rahmens für den Empfänger mit aperiodischer Hochfrequenzverstärkung.

Den Holzrahmen, dessen wichtigste Abmessungen aus der Abb. 12 zu ersehen sind, läßt man sich am besten von einem Tischler anfertigen, dem man besonders die Verwendung gut getrockneten (Eichen-) Holzes ans Herz legt. Die vier Stege zum Halten des Drahtes bestehen aus kräftiger Isolierpappe oder Fibre. Wo diese nicht erhältlich ist, schneidet man die oberen Teile (bis zur Knicklinie) aus Pertinax, Trolit, Hartgummi oder dergleichen und befestigt sie durch je zwei Messingwinkel am Holz.

Für die Abschirmdrähte wird emaillierter Kupferdraht von etwa 0,9 mm Durchmesser genommen. Die Wicklung besteht aus guter, dicker Hochfrequenzlitze. Ihre Enden müssen sorgfältig verlötet werden. Die Mitte zwischen den 2×6 Windungen ist herausgeführt für die Wellen über etwa 750 kHz.

Soll der Rahmen mit Draht abgeschirmt werden, so sind in den Stegen die doppelte Anzahl von Kerben vorzusehen.

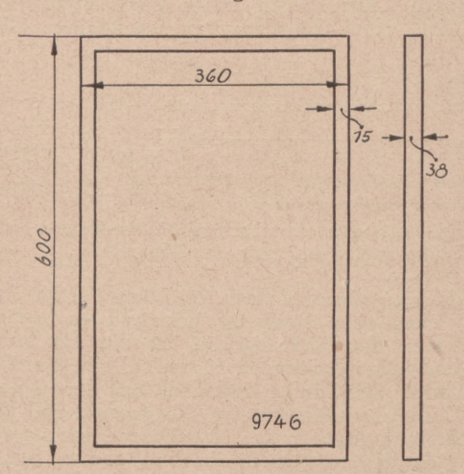


Abb. 12. Der Holzrahmen. Es empfiehlt sich, den unteren Querbalken nach der Mitte zu dicker werden zu lassen, da dann ein besserer Halt für den Drehdorn gegeben ist.

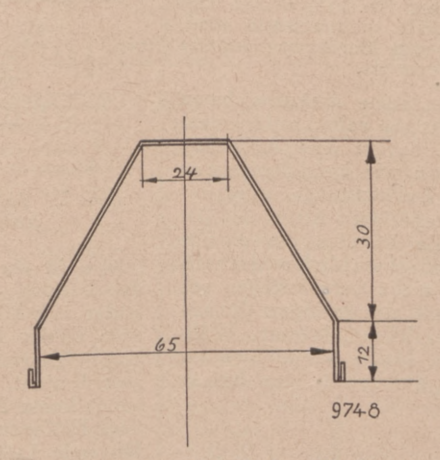


Abb. 14. Das Profil der Blechverkleidung. Das Biegen des Blechs wird durch eine Schablone sehr erleichtert.

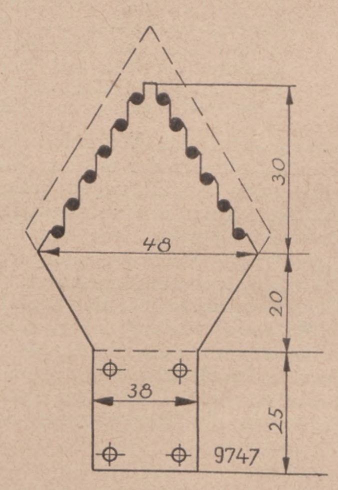


Abb. 13. Die Drahtstützen. Der äußere dünn gezeichnete Rand wird nach dem Bohren der Löcher abgeschnitten.

Die Kerben werden am einfachsten so hergestellt, daß die Stege etwas breiter gehalten und dann nach Abb. 13 gemeinsam gebohrt werden. Nach dem Bohren werden die Stege auf ihre richtige Breite geschnitten. Die Bohrlöcher können dann leicht mit einer Kneifzange nach Abb. 13 aufgekerbt werden. Für die Befestigung der isoliert zusammengehaltenen Abschirmdrähte gilt das im ersten Teil Gesagte.

In den wenigen Fällen, in denen trotz der Drahtabschirmung kein genügendes Minimum zu erlangen ist, wähle man die in Abb. 15 ersichtliche Blechverkleidung. Das Profil dieser Verkleidung ist aus der Abb. 14 zu ersehen. Die Stoßwinkel müssen sehr sorgfältig geschnitten werden, damit an den Ecken keine Schlitze entstehen. Diese Forderung läßt sich aber leicht erfüllen.

Die Befestigung des Blechgehäuses am Holzrahmen erfolgt durch insgesamt 12 Röhrchen aus Aluminium, Messing, Hartgummi oder dergleichen von 45 mm Länge.

Der Rahmen besitzt einen Dorn zur Befestigung in einem Fuß. Dieser kann entweder nach Abb. 1 oder auf jede beliebige Weise angefertigt werden und bleibt der Geschicklichkeit des einzelnen überlassen.

*

Die Abschirmung eines Rahmen erfordert nicht nur sorgfältige handwerkliche Arbeit, sondern auch genaue Beobachtung der praktischen Ergebnisse. Diese sind in sehr erheblichem Maße von der Aufstellung des Rahmens im Wohnraum abhängig. Es sei deshalb nochmals auf den unter [1]) bezeichnete Aufsatz hingewiesen.

Die Verschiedenartigkeit der Verhältnisse mag es auch in dem einen oder anderen Falle mit sich bringen, daß mit einer etwas kleineren oder größeren Zahl von Abschirmdrähten bessere Ergebnisse erzielt werden.

Schließlich darf noch gesagt werden, daß bei Superhets auch die Schaltung des Eingangskreises eine Rolle spielt.

Grundsätzlich kann gesagt werden, daß eine induktive Kopplung zwischen Rahmen- und Gitterspule stets die besten Ergebnisse zeitigt, wie sie deshalb auch bei dem Rahmenempfänger mit aperiodischer Hochfrequenzverstärkung durchgeführt worden ist; bei galvanischer Kopplung können gute Ergebnisse erzielt werden, wenn mit Blech abgeschirmt wird. Auf die bei Superhets eventuell notwendig werdenden Änderungen soll vielleicht in einem späteren Aufsatz noch näher eingegangen werden.

Muß endlich noch darauf hingewiesen werden, daß sich die Abstimmung des Eingangskreises je nach der Abschirmung ändert? — Also stets Kondensator nachregeln!

Akkumulatorenladung am Gleichstromnetz

Über ähnliche Ladevorrichtungen wie die nachstehend beschriebene ist wiederholt berichtet, doch glauben wir aus verschiedenen Anfragen schließen zu dürfen, daß eine abermalige Erörterung des Themas erwünscht ist. Wir weisen nachdrücklich darauf hin, daß Arbeiten am Starkstromnetz mit größter Vorsicht und Sorgfalt vorzunehmen sind, und daß die Ladeanlage gegen Berührung seitens Unbefugter sicher zu schützen ist.

Mancher wird den Wunsch haben, seine Akkumulatoren am Gleichstromnetz der eigenen Wohnung selbst aufzuladen. Die folgenden Ausführungen sollen darum eine Anleitung zur Montage einer ebenso praktischen wie betriebssicheren Ladeeinrichtung geben, die den für Beleuchtungs- oder andere elektrische Verbrauchskörper benötigten Strom für die Heizakkumulatorladung ausnutzt. Es ist dies die einzige an Gleichstromnetzen für den Kleinbedarf wirklich wirtschaftliche Methode, verlangt aber, was nicht verschwiegen sei, zumal in kleineren Haushaltungen mit nur geringem Stromverbrauch, die Anschaffung von zwei Akkumulatoren. Während der eine den Empfänger speist, bleibt der andere zur Aufladung in die Starkstromleitung geschaltet; man hat so aber auch im Sommer immer einen betriebsbereiten Akkumulator.

Abb. 1. Aufladestelle; Anordnung und Schaltung der Einzelteile.

Abb. 2. Aufladestelle; Seitenansicht.

Da, wie schon angedeutet, der gesamte verbrauchte Strom oft nur gering ist, muß man bestrebt sein, allen gebrauchten Strom für die Aufladung des Akkumulators auszunutzen, d. h. der Akkumulator muß an einer Stelle im Stromkreis eingeschaltet werden, an der auch tatsächlich der gesamte verbrauchte Strom fließt. Diese Stelle ist am leichtesten an der Abzweigdose zugänglich, an der erstmalig eine Verteilung bzw. Abzweigung der Leitungen in der Wohnung erfolgt. Ist diese Abzweigdose gefunden, so geht man wie folgt vor. Eine Erde — also z. B. die Wasserleitung oder Zentralheizung — wird durch eine isolierte Starkstromlitze mit der einen Klemme einer Lampenfassung verbunden; die andere Klemme der Fassung verbindet man mit einer weiteren Litze, deren freies Ende etwa ½ cm blank gemacht ist. Nach Einschrauben irgendeiner Glühlampe in die Fassung berührt man mit dem freien Ende der Leitung — ohne aber dieses zu berühren — nacheinander die Klemmen der Abzweigdose, an die die beiden vom Zähler kommenden Leitungen führen. Beim Berühren einer Klemme wird die Lampe brennen, bei der anderen jedoch nicht. Die letztere Leitung ist also geerdet und führt somit keine Spannung gegen Erde. An dieser Klemme wird nach Entfernung der Sicherungen die in die Wohnung weiterführende Leitung durch Lösen der Schraube herausgezogen und vorläufig etwas abgebogen. Statt der entfernten Leitung klemmen wir die eine von der weiter unten skizzierten Aufladestelle kommende Leitung unter und verschrauben wieder fest. Die andere Leitung der Aufladestelle wird, wenn möglich, unter Benutzung einer noch freien Klemme, sonst mit einer sogenannten Lüsterklemme, mit der vorher abgebogenen Leitung verbunden und die Abzweigdose wieder verschlossen.

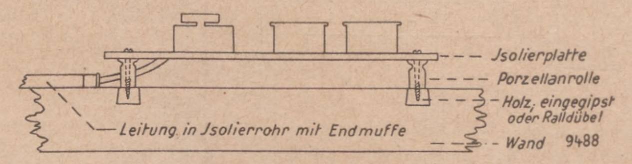


Abb. 3. Aufladestelle mit eingebauten Meßinstrumenten; Anordnung und Schaltung der Einzelteile.

Die eigentliche Aufladestelle besteht aus einem Wechselschalter und zwei Steckdosen, die auf einer Isolierplatte aus Hartgummi oder Trolit montiert sind. Schalter und Steckdosen werden mit Schrauben und Gegenmuttern auf der Platte befestigt; die Leitungen werden von unten durch entsprechende Durchbohrungen angeschlossen. Anordnung der Teile, Drahtführung und Befestigung an der Wand geht einwandfrei aus den Abb. 1 und 2 hervor, so daß sich eine weitere Beschreibung erübrigt. Erwähnt sei nur, daß für die Steckdosen vorteilhaft solche mit unverwechselbarem Stecker genommen werden, andernfalls muß eine Polbezeichnung auf der Grundplatte durch die bekannten kleinen Schildchen angebracht werden. Die Aufladestelle selbst bringt man am besten direkt unter der Abzweigdose in etwa 1 m Höhe über dem Fußboden an und ungefähr 35 cm tiefer eine durch Eisenwinkel abgestützte Konsole für die Aufstellung des Akkumulators.

Nach fertiggestellter Montage werden die Sicherungen am Zähler wieder eingesetzt und in der Wohnung ein oder zwei Lampen eingeschaltet. Diese brennen nur bei einer Stellung des Wechselschalters, während der Stromkreis in der anderen Stellung an der für den Anschluß des Akkumulators bestimmten Steckdose unterbrochen ist. Um sicher zu gehen, wird diese Steckdose noch ausgepolt. Zu diesem Zweck drehen wir den Schalter so, daß die Lampen bei offener Steckdose nicht brennen, führen den für den Akkumulatoranschluß bestimmten Stecker ein und tauchen dessen Leitungsenden in etwa 2 cm Entfernung in ein Glas mit Wasser. Die Lampen brennen jetzt, und an den eingetauchten Polen steigen Gasbläschen auf. Der am stärksten gasende Pol ist der Minuspol, der als solcher gekennzeichnet wird. Bei unverwechselbaren Steckern genügt die Markierung der Leitungsenden, anderenfalls müssen auch die Steckdosen eindeutig mit Polbezeichnungen versehen werden. Den Wechselschalter schraubt man praktisch so

an, daß in senkrechter Schalterstellung der Strom durch den Akkumulator geht, in wagerechter Stellung aber die ursprüngliche Schaltung wiederhergestellt ist.

Zur Aufladung wird der Akkumulator an der unteren Steckdose angeschlossen (Polung beachten! + an + und — an —!) und der Schalter in senkrechte Stellung gebracht. Es ladet jetzt aller verbrauchte Strom den Akkumulator. Die andere Steckdose dient zum bequemen Anschluß eines Voltmeters, um die Ladung kontrollieren zu können; sie kann evtl. fortgelassen werden.

Andererseits kann die Aufladestelle auch durch den festen Einbau eines Volt- und Amperemeters mit zugehörigen Ausschaltern vervollkommnet werden. In Abb. 3 ist dies dargestellt, doch bleiben weitere Veränderungen, wie z. B. der Ersatz des Einbau-Amperemeters durch eine Steckdose zur zeitweisen Zwischenschaltung eines Amperemeters, dem Bedarf und Geschick des einzelnen überlassen.

Werden zufällig mehrere Verbrauchskörper mit hohem Wattverbrauch gleichzeitig eingeschaltet, so ist gegebenenfalls für diese Zeit der Akkumulator durch einfache Umschaltung des Wechselschalters vom Netz zu trennen. Die Stromstärke läßt sich auch ohne Amperemeter leicht errechnen, indem man den gesamten Wattverbrauch durch die Spannung des Netzes teilt. Es sei z. B. eingeschaltet: ein Bügeleisen zu 440 und ein Staubsauger zu 220 Watt, zusammen 660 Watt geteilt durch 220 Volt = 3 Amp Stromstärke, die also die höchstzulässige Ladestromstärke normaler Heizakkumulatoren bereits überschreitet.

Die Montage selbst sollte vorschriftsmäßig durch einen zugelassenen Installateur ausgeführt werden.

Der Fünfröhren-Superhet für lange Wellen

In Heft 7 und 8 des „Funk-Bastler“, Jahr 1928, wurde von Ing. F. Maecker ein Fünfröhren-Transponierungsempfänger beschrieben, der, wenn er auch etwas kompliziert war, sehr stark nachgebaut worden ist, da er in seiner Leistungsfähigkeit von seltener Qualität war. Dieser Empfänger ist nun noch weiter entwickelt worden, damit auch die langen Wellen empfangen werden können, was bisher nicht möglich war. In Ergänzung des damaligen Aufsatzes sei daher hier eine Anleitung für den Umbau für alle Besitzer dieses Gerätes gegeben, die hoffentlich auch noch andere Funkfreunde anregt, den Transponierungsempfänger von Ing. Maecker nachzubauen.

Zuerst müssen die Zwischenfrequenztransformatoren, deren größtmögliche Eigenwelle knapp

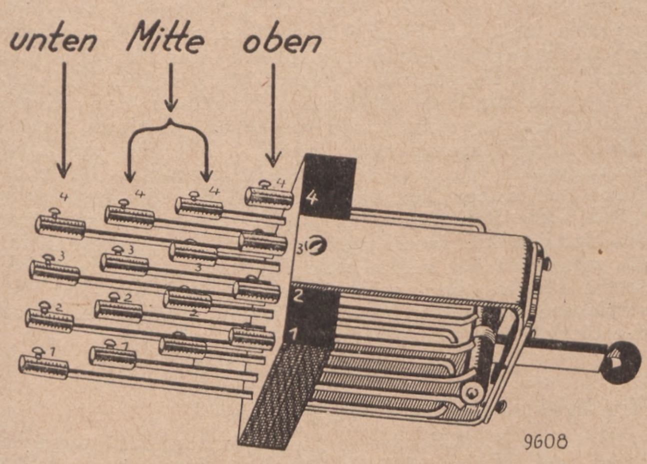


Abb. 1.

4000 m beträgt, herausgenommen und abgewickelt werden. Sind die Schlitze entsprechend den ursprünglichen Bauangaben 0,7 mm, so muß man die Transformatoren mit Draht 0,2 mm, zweimal Seide, oder 0,2 mm, Emaille, einmal Baumwolle, neu bewickeln. Wenn die Schlitze breiter als 0,7 mm sind, kann etwas stärkerer Draht benutzt werden. Hauptsache ist, daß etwa 200 bis 250 Windungen je Lage in den Schlitz hineingehen.

Beim Filtertransformator werden primär und sekundär je 5 Schlitze genommen, so daß also rund je 1000 bis 1200 Windungen vorhanden sind. Die Anschlüsse sind natürlich genau so wie vorher, man kennzeichne sie sich also vor dem Abwickeln. Bei den beiden anderen Transformatoren werden am besten sekundärseitig 6 Schlitze, primärseitig deren 4 bewickelt. Windungszahl je Schlitz wie beim Filter. Dadurch ist bei diesen beiden Transformatoren das Übersetzungsverhältnis 1 : 1½ geworden. Anschlüsse wie vorher.

Zwischen die beiden Drehkondensatoren, genau unterhalb des Kopplers, möglichst weit unten, wird ein Vierfachhochfrequenzumschalter (Abb. 1) (Hara) eingebaut, so, daß man nach dem Einbau mit dem Schraubenzieher an die Klemmschrauben herankommt. Am besten rückt man die Drehkondensatoren noch etwas auseinander, und wenn es nur je 1 cm ist. Die vier Anschlüsse, die an den Koppler gingen, werden gelöst und neu verlegt, und zwar an die Mitte des Hochfrequenzschalters. Da dieser zwei Mittelkontakte besitzt, müssen diese miteinander verbunden werden. Nennt man die vier Kontakte der Reihe nach 1—2—3—4 unten, 1—2—3—4 Mitte, 1—2—3—4 oben, so kommen also an die Mitte: a) Raumladegitter und Stator des Oszillatorkondensators; b) Faden der ersten Röhre und Rotor des Oszillatorkondensators; c) Anode der ersten Röhre; d) Primärende des Filtertransformators (Abb. 2). Wie die Reihenfolge ist, ist gleichgültig; sie richtet sich am besten nach dem Aufbau des Empfängers. Eventuell kommt man am besten zum Ziel, wenn man die obere Etage des Hochfrequenzschalters zuerst mit dem Koppler verbindet. Es führen dann alle vier Drähte senkrecht nach unten. Störungen treten dadurch nicht auf. An die mittlere Reihe kommen dann die entsprechenden Anschlüsse, die zur Röhre und zum Filter gehen, so wie es in Heft 7 und 8 des „Funk-Bastler“, Jahr 1928, beschrieben wurde. Man merke aber: die äußere Wicklung des Kopplers mit dem Ende an Raumladegitter (und Stator) legen, das am weitesten von der Frontplatte entfernt ist. Metallbügel des Hochfrequenzschalters an minus Heizung legen, überhaupt alle Metallteile im Empfänger, soweit sie nicht stromführend sind, z. B. Montagewinkel usw.

Nachdem dann alle Transformatoren auf Stromdurchgang geprüft und für gut befunden worden sind, werden sie

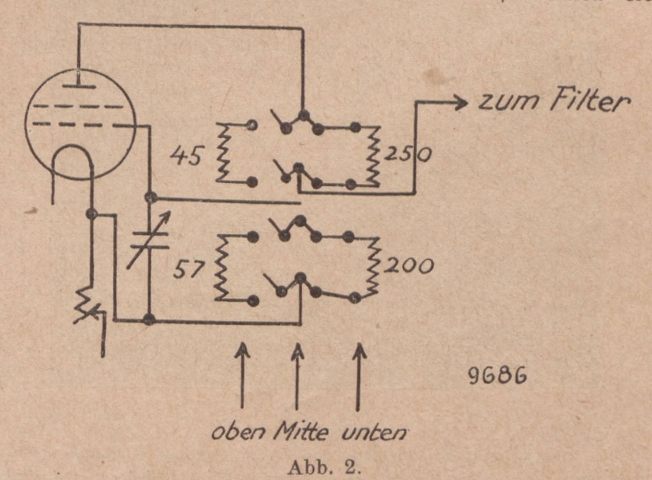


Abb. 2.

wieder eingebaut. Ehe man weiterarbeitet, stimmt man die Transformatoren, wie seinerzeit beschrieben, wieder ab.

Fehler beim Schalten können eigentlich höchstens dadurch entstehen, daß die beiden Leitungen zur Innenspule des Kopplers verwechselt werden. Jetzt muß der Empfänger richtig arbeiten. Die Abstimmung des Oszillatorkondensators wird sich insofern verändert haben, als er

etwa 10 Grade niedriger, als vorher, die Station bringt, während der Rahmenkondensator so wie bisher steht. Um beide Kondensatoren möglichst übereinstimmend zu haben, braucht man nur einige Windungen der großen Kopplerspule abzuwickeln. Am besten stimmt man etwa den Oszillatorkondensator so ab, daß Berlin auf 60 Grad liegt (100 er Skala). Den Rahmen kann man natürlich durch Zu- oder Abwickeln ebenfalls korrigieren.

Wenn das alles in Ordnung ist, wird der Langwellenoszillator eingebaut. In die äußerste linke hintere Ecke werden je ein fester und beweglicher Spulensockel eventuell auf einem kleinen Paneel, oberhalb der Blockkondensatoren, so eingebaut, daß zwei dahineingesteckte Spulen noch genügend Platz haben. Am besten und praktischsten sind meines Erachtens die gekapselten Basket-coil-Spulen. Windungszahl 200 und 250.

Die 200er Spule ersetzt die äußere Spule des Kopplers, wird also vom Spulensockel mit den entsprechenden Parterreklemmen des Hochfrequenzschalters verbunden. Die 250er Spule mit den beiden anderen Klemmen (eventuell die letztere umpolen). Die Kopplung beider Spulen wird später beim Empfang der langen Wellen einreguliert und bleibt dann dauernd stehen, so daß zum Empfang langer Wellen nur der Hochfrequenzschalter umgelegt zu werden braucht.

Für die Bastler, die aus irgendwelchen Gründen keinen separaten Langwellenrahmen benutzen können oder wollen, sei noch eine Anleitung gegeben, wie man sich den vorhandenen Rundfunkwellenrahmen umschaltbar machen kann. Benötigt wird dazu eine gekapselte Basket-coil mit 200 Windungen, etwas Hartgummi, Buchsen, Schrauben und ein Zweifachschalter (Abb. 3). Wie aus dieser Abbildung zu ersehen ist, wird wenig unterhalb der Mitte des Rahmens eine kleine Hartgummileiste angeschraubt, die die beiden

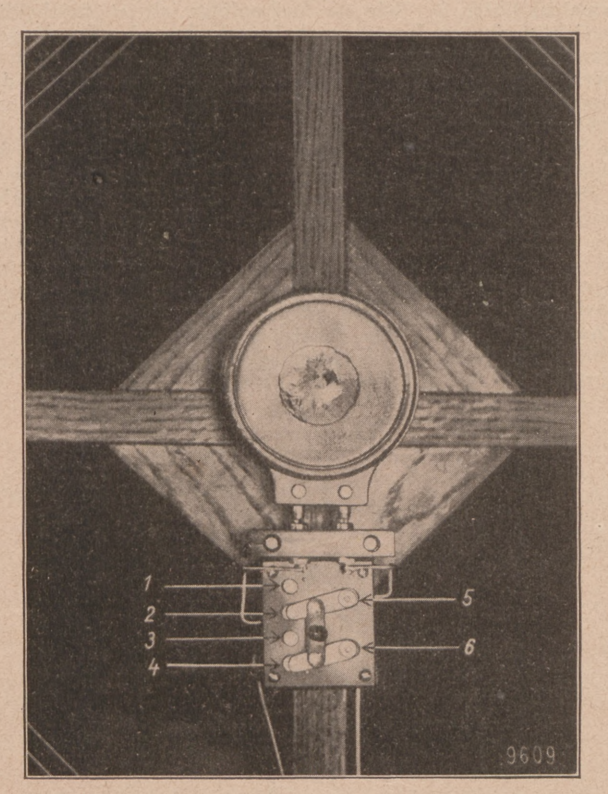


Abb. 3.

Buchsen für die Spule aufnimmt. Die Leiste ist etwa 50 bis 60 mm lang und 30 mm breit, bei einer Stärke von 10 bis 15 mm. Der Hebelschalter ist auch auf zwei kleinen Hartgummileisten befestigt, die vorher an den Rahmen angeschraubt wurden. Der Schalter hat sechs Kontakte: zwei rechts, um die sich die Hebel drehen und vier links. Bezeichnen wir die linken von oben nach unten mit 1—4, und die rechten, auch von oben an, mit 5 und 6, so erfolgen die Anschlüsse folgendermaßen: 1 und 4 werden miteinander und mit dem inneren Ende der Rahmenwicklung verbunden. 2 und 3 ebenfalls miteinander und mit der linken Buchse des Spulenträgers. 5 wird mit der rechten Buchse verbunden, während von 6 eine Zuleitung an eine am unteren Holzteil des Rahmens isoliert angebrachte Buchse führt. In diese Buchse kommt die Zuleitung, die sonst am

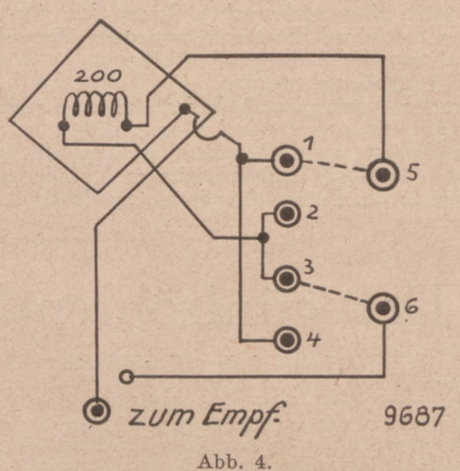


Abb. 4.

inneren Drahtende des Rahmens lag. Diese Buchse und diejenige, die am äußeren Drahtende liegt, werden zweckmäßig auf eine kleine Isolierplatte zusammenmontiert. Ehe man nun die 200er Spule in ihren Träger steckt, überzeuge man sich, daß die Windungsrichtung richtig ist im Verhältnis zum Rahmen. Ist dieser z. B. rechtsherum gewickelt, muß es die Spule auch sein, andernfalls pole man sie um. Die Prinzipschaltung ist noch einmal in Abb. 4 gesondert gezeichnet.

Zum Schluß sei kurz bemerkt, daß diese Rahmenkonstruktion natürlich nicht Anspruch erhebt, das Bestmöglichste an Leistung herauszuholen, aber was Bequemlichkeit betrifft, wird sie wohl allen Ansprüchen genügen. Die Lautstärke, die mit dem umgebauten Empfänger und diesem Rahmen erzielt wurde, wurde verglichen mit einem Siebenröhren-Tropadyneempfänger (davon 1 NF), der am Langwellenrahmen von etwa 1 qm Fläche arbeitete. Beide ergaben (zur selben Zeit natürlich) fast dieselbe Lautstärke. Wurden die Rahmen vertauscht, so ergab sich zugunsten des hier beschriebenen Empfängers eine Lautstärkezunahme, die man etwa der Hälfte einer Niederfrequenzstufe gleichsetzen könnte. Das würde besagen, daß der hier beschriebene Rahmen nur verhältnismäßig weniger leistet als der direkte Langwellenrahmen[1]).

Rundfunksender Luxemburg.

Der neue 3 kW-Sender in Luxemburg arbeitet versuchsweise auf Welle 1220 m = 246 kHz. Sendungen erfolgen Sonntags in der Zeit von 12.30 bis 13.20 Uhr und Mittwochs und Freitags von 21.20 bis 23.20 Uhr.

Neuer Schweizer Sender.

Die Vertreter der Schweizer Telegraphenverwaltung und der Société Romande de Radiophonie haben als günstigsten zukünftigen Standort für den neuen Sender der französischen Schweiz ein Gelände in Sottens (Umgegend von Moudon) gewählt. Man hofft, daß der Bau des Senders bereits in diesem Herbst begonnen wird, so daß er im Sommer 1930 in Betrieb genommen werden kann.

Internationale Funkausstellung in Freiburg.

Vom 7. bis 15. September 1929 wird in Freiburg, Schweiz, eine internationale Ausstellung für Rundfunk und Sprechmaschinen stattfinden. In allen Staaten Europas sowie in U. S. A. sind Auskunftstellen errichtet worden, die den Ausstellern und Besuchern alle Einzelheiten mitteilen können. Die fünf schweizerischen Rundfunksender werden an dem Gelingen der Ausstellung mitwirken.

[1]) Eventuelle Anfragen, die genau beantwortet werden, sind unter Beifügung von Rückporto an F. T. V. Radio-Club Schöneberg e. V., Schöneberg, Ebersstraße 92, zu richten.

Ein Lautsprecher für Wochenend und Reise

Von

Erich Schwandt.

Immer wieder hört man, daß den Funkbastlern der Lautsprecher für den Reiseempfänger Sorgen macht. Denn ein leistungsfähiger Reiseempfänger hat natürlich vier oder fünf Röhren, und man hat wenig Lust, sich unterwegs in froher Stimmung durch Kopfhörer in seiner Freiheit einengen zu lassen. Das Lautsprecherproblem ist jedoch schneller gestellt als gelöst, und von den handelsüblichen Lautprechern kann man keinen so recht auf die Reise mitnehmen. Auch wenn man nicht verlangt, daß sich der Lautsprecher in der Westentasche unterbringen läßt.

Wer mit der Laubsäge umzugehen versteht, kann sich einen den Bedürfnissen auf der Reise gut entsprechenden, leistungsfähigen Lautsprecher selbst bauen. Es ist nicht notwendig, das System herzustellen; es sind für diesen Zweck besonders gut geeignete Ankerantriebssysteme im Handel zu haben. Und es ist auch nicht nötig, die Konusmembran und die Aufhängevorrichtung für den Konus selbst zu basteln; in Form des Metallkegelchassis, eines ganz neuartigen Konstruktionselementes für den Lautsprecherbau, befindet sich ein guter, in weichem Leder oder Stoff aufgehängter Konus im Handel, der durch das stabile Chassis so geschützt ist, daß eine Beschädigung unmöglich stattfinden kann. Aus meinen praktischen Erfahrungen heraus weiß ich, daß vierpolige magnetische Systeme mit ausbalanciertem und während des Betriebes einstellbarem Anker den Forderungen an große Lautstärke und naturwahre Wiedergabe am besten entsprechen; aus diesem Grunde wurde ein System gewählt, das einen einstellbaren Anker aufweist, so daß Ablenkungen, die durch den Anodengleichstrom hervorgerufen werden, durch die Einstellung beseitigt werden können. Im übrigen zeichnet sich das benutzte System auch durch ein geringes Gewicht aus, was für einen Reiselautsprecher, bei dem man mit jedem Gramm sparen möchte, von ausschlaggebender Bedeutung ist.

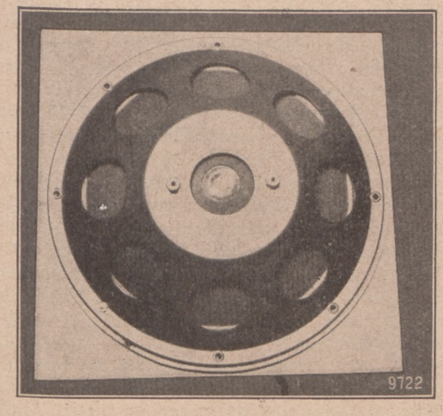


Abb. 2. Das Sperrholzbrett mit dem Kegelchassis.

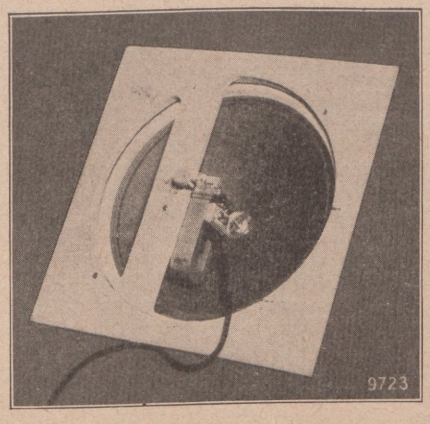


Abb. 3. Dieses Bild läßt deutlich erkennen, wie das System an der Sperrholzplatte angebracht wird.

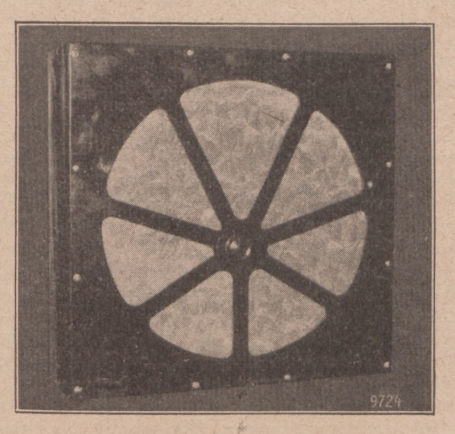


Abb. 4. Der fertige Reiselautsprecher.

System und Chassis wurden auf einer 6 mm starken Sperrholzplatte angebracht; die Platte weist die Form der Abb. 1 auf. Damit man mit dem Magneten des Systems vom Konus freikommt, wurde unter den Rand des Chassis ein Ring aus 8 mm starkem Sperrholz gelegt, der einen inneren Durchmesser von 250 mm und einen äußeren von 290 mm besaß. Das Chassis wurde auf den Ring genau zentrisch aufgelegt und die Befestigungslöcher durch die im Rand des Chassis befindlichen acht Löcher hindurch angezeichnet. Nachdem die Löcher im Holzring 3,5 mm groß gebohrt worden waren, wurde der Ring, ebenfalls genau zentrisch, auf die Platte gemäß Abb. 2 gelegt, die Löcher durchgezeichnet und diese auch in die Sperrholzplatte gebohrt. Darauf wurde das Chassis mit Hilfe von acht Linsensenkkopfschrauben, 3 mm metr. Gewinde, 30 mm lang, auf die Grundplatte aufmontiert.

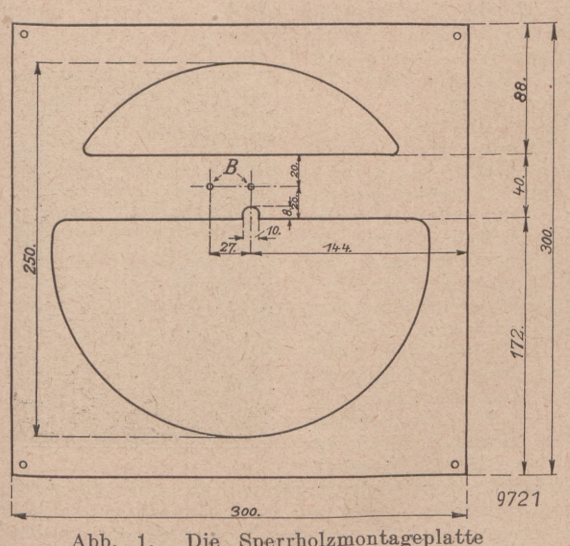


Abb. 1. Die Sperrholzmontageplatte für Chassis und System.

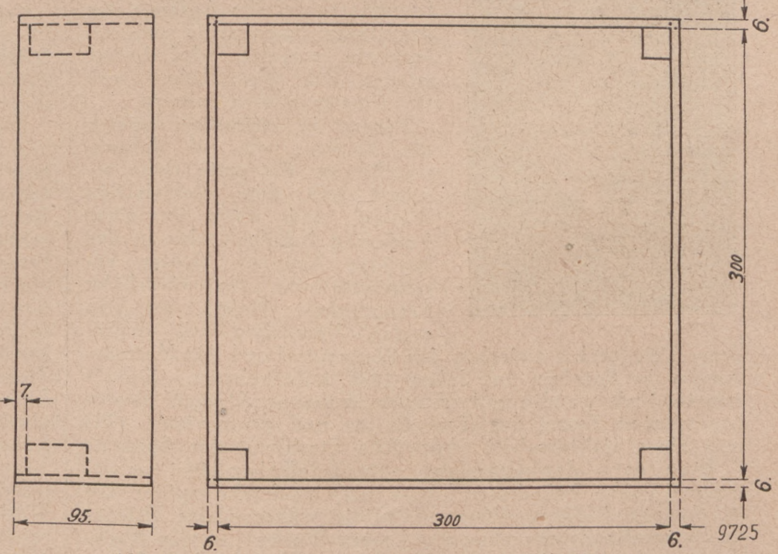


Abb. 5. Der Rahmen für das Lautsprecherkabinett.

Auf die Befestigung des Chassis folgt die Montage des Lautsprechersystems; in der Grundplatte wurden hierfür

bereits die mit B bezeichneten Bohrungen vorgesehen. Zur Befestigung des Systems können die gleichen Schrauben benützt werden wie für die Montage des Kegelchassis. Es ist sehr wichtig, das System so festzuschrauben, daß die Antriebsnadel genau mit dem Loch an der Spitze der Konusmembran übereinstimmt, damit die Membran auf die Systemnadel keinerlei seitlichen Zug ausübt. Die Befestigungslöcher im Spritzgußteil des Systems sind als Schlitze ausgebildet, so daß man das System nach dem provisorischen Festschrauben noch sorgfältig ausrichten kann.

Ehe man das System einbaut, ist darauf zu achten, daß sich auf der Gewindenadel nur eine Mutter befindet, die ganz nach hinten herangedreht sein muß. Nach dem Festschrauben des Systems wird diese Mutter dann so weit nach vorn gedreht, daß sich der Konus in der Mittellage befindet, daß also die Lederstreifen, durch die die Membran an ihrem Rand festgehalten wird, weder nach der einen noch nach der anderen Seite durchgebeult sind. Die Montage von Chassis und System ist wirklich nicht schwer; man muß aber streng darauf achten, daß sich der Konus in einer guten Mittellage befindet. Um so besser wird die Wiedergabe des Lautsprechers sein. Ist die rückwärtige Mutter entsprechend eingestellt, so wird auch die vordere Mutter aufgeschraubt und festgezogen. Hierzu soll man keine große Zange benützen, um das feine Gewinde nicht zu überdrehen, aber die Mutter muß doch gut angezogen werden, damit sie sich nicht lockert; das letztere würde ein Klirren des Lautsprechers zur Folge haben. Geübte Bastler können die Gewindenadel unter Zuhilfenahme der Muttern mit den Blechdisken der Konusmembran verlöten.

Der Lautsprecher ist nun eigentlich schon betriebsfertig, und der praktischen Erprobung an einem Empfangsgerät steht nichts entgegen. Die Abb. 2 und 3 zeigen das Montagebrett mit Chassis und System in dem geschilderten Stadium.

Die weitere Arbeit erstreckt sich auf den Einbau in ein passendes, flaches Kabinett. Nach der Zeichnung Abb. 5 stellt man sich den Rahmen selbst her oder läßt ihn vom Tischler anfertigen; gut rißfreies Buchenholz von 6 mm Stärke eignet sich ausgezeichnet. Die Ecken werden in bekannter Weise ineinander gezinkt. Den seitlichen Abschluß des ganz glatten Kabinetts, das zwecks bequemen Transports alle hervorstehenden Ecken vermeidet, bilden Platten aus 3 mm starkem Sperrholz, die gemäß Abb. 4 mit sektorförmigen Ausschnitten versehen werden, die den Schall austreten lassen. Die eine Deckplatte muß mit einer Bohrung für die Einstellachse des Systems versehen werden; Abb. 4 gibt den fertigen Lautsprecher von der Einstellseite her wieder.

Das Kabinett wurde mahagonifarben gebeizt und poliert, und die Öffnungen in den Seitenplatten wurden mit sogen. Lautsprecherstoff hinterlegt, der mit Tischlerleim auf die Platten aufgeleimt wurde. Man kann hierfür jede dünne, in der Farbe gut deckende Kunstseide benützen; dünner Dekorationsstoff ist gut geeignet. Der Lautsprecher ist sehr leicht, und seine Ausmaße betragen nur 315 × 315 × 95 mm. Angenehm ist vor allem die flache Form, die einen leichten Transport begünstigt. Man kann den Lautsprecher zu diesem Zweck oben mit einem geeigneten Ledergriff versehen; schöner ist es aber, wenn man sich eine passende Segeltuchtasche herstellt, in der man das Kabinett trägt. Bei Verwendung eines guten Antriebssystems und des gut abgeglichenen Kegelchassis gibt der Reiselautsprecher eine Wiedergabe, die in jeder Beziehung der der üblichen Kabinettlautsprecher entspricht, die der billigen Lautsprecher mit gewöhnlichen Zungensystemen aber erheblich übertrifft. Infolgedessen kann man diesen leicht zu bauenden Lautsprecher, dessen Form und Größe angenehm sind, auch als einen vorzüglichen Heimlautsprecher ansehen. Und das soll ja letzten Endes der Sinn der Reise-Rundfunkgeräte sein: daß man sie universell gebrauchen kann. Nur wenige Funkfreunde sind in der Lage, sich für zu Hause und für das Wochenende je einen besonderen Lautsprecher zu halten; der beschriebene erfüllt beide Zwecke.

Dr. Eugen Nesper — 50 Jahre alt.

In den letzten Tagen des Juli beging Dr. Eugen Nesper seinen 50. Geburtstag, und groß war die Zahl der Glückwünsche, die ihm zugingen. Dr. Nesper gehört zu den bekanntesten Persönlichkeiten der deutschen Funktechnik, und besonders, wer die Anfänge der drahtlosen Telegraphie und Telephonie verfolgt, wird immer wieder auf den Namen von Dr. Nesper stoßen müssen.

Bereits in frühester Jugend, als Knabe von 14 Jahren, machte er die erste Bekanntschaft mit den elektrischen Wellen, und zwar in einer Vorlesung Nikola Teslas in der Berliner Urania. Später ermöglichte ihm die väterliche Freundschaft Slabys, an den ersten Versuchen mit drahtloser Telegraphie zwischen der Pfaueninsel und der Marmorkirche in Potsdam im Jahre 1898 teilzunehmen. Selbstverständlich wandte sich Nesper in seinen Studien diesem modernsten Zweig der Technik zu und promovierte 1903 mit einer Doktorarbeit über „Die Strahlung der Spulen".

Kurz nach der Gründung von Telefunken trat er im selben Jahre bei dieser Firma ein, wechselte später zur C. Lorenz A.-G. hinüber und leitete während des Krieges in Wien die österreichischen Lorenz-Werke. In der Nachkriegszeit arbeitete Dr. Nesper in der Hauptsache wissenschaftlich und schriftstellerisch und setzte sich mit jugendlicher Initiative für die Schaffung eines Rundfunks in Deutschland ein.

Mit seinem Handbuch der „Drahtlosen Telegraphie" hat Dr. Nesper ein grundlegendes Werk geschaffen, das damals von sensationeller Bedeutung war. Dr. Nesper war es auch, der ein eifriger Förderer und Gründer einer deutschen Amateurbewegung wurde und als erster Herausgeber der Zeitschrift für Funkfreunde „Der Radioamateur" zeichnete, die inzwischen in den „Funk-Bastler" übergegangen ist. Mit der gleichen Liebe wie in den ersten Jahren hängt Dr. Nesper auch heute noch an der Funktechnik, und als neuestes Arbeitsfeld widmet er sich dem Fernsehen.

*

Direktor Dipl.-Ing. Henry Gottschalk.

Um die gleiche Zeit ungefähr, da Dr. Nesper seinen 50. Geburtstag beging, konnte Dipl.-Ing. Gottschalk, Direktor der Aron-Werke, sein 25jähriges Dienstjubiläum bei dieser Firma feiern.



Direktor Gottschalk hat in den Aron-Werken als Konstrukteur angefangen, wurde Laboratoriums- und Patent-Ingenieur, Betriebs-Ingenieur und übernahm schließlich nach dem Tode von Prof. H. Aron die gesamte technische Leitung der Firma. Als der Rundfunk seinen Siegeszug in Deutschland begann, schenkte Direktor Gottschalk dem neuen Zweig der Technik seine ganze Liebe und Aufmerksamkeit. Er gliederte den Aron-Werken eine Rundfunkabteilung an, die die bekannten Nora-Geräte herstellt.

Der ehemalige Konstrukteur und heutige Leiter der Aron-Werke hat sich jedoch nicht nur kaufmännisch und organisatorisch um die Technik der Rundfunkempfänger verdient gemacht, sondern hat auch in konstruktiver Hinsicht manche wertvolle Verbesserung bei Empfängern und Einzelteilen eingeführt. Heut steht allerdings seine liebenswürdige Persönlichkeit als begabter, tatkräftiger Organisator und genauer Kenner funktechnischer Wirtschaftsfragen in den ersten Reihen der deutschen Funkindustriellen. Direktor Gottschalk gehört dem Vorstande des Verbandes der Funkindustrie an, und sein Name wird für immer mit der Gründung der Großen Deutschen Funk-Ausstellung verbunden sein.



Der Ausgangstransformator

Seine Bedeutung und Eigenschaften.

Von

H Reppisch.

Die Verwendung eines Ausgangstransformators in einem Leistungsverstärker ist aus verschiedenen Gründen zweckmäßig und in besonderen Fällen, wie sie noch erläutert werden, sogar notwendig. Bei hohen Anodenspannungen oder großen Anodenströmen ist ein Transformator einerseits wegen der Gefährlichkeit der Spannungen, andererseits wegen eines etwa auftretenden zu großen Spannungsabfalles (durch den Verbraucher) zweckmäßig, im letzteren Falle auch noch dann, wenn der Lautsprecher nicht vom Gleichstrom durchflossen werden darf. Bei Gleichstromnetzanschluß des Verstärkers sprechen für die Verwendung eines Ausgangstransformators ebenfalls Sicherheitsgründe.

Ist die für die günstigsten Betriebsbedingungen geeignete Widerstandsanpassung durch die Eigenart der beiden zu verbindenden Apparate, nämlich Endverstärker—Lautsprecher, von Natur aus nicht erfüllt, so ist ein Ausgangstransformator passenden Übersetzungsverhältnisses notwendig.

Die genannten Anforderungen kann aber auch eine Drosselspule, die mit Anzapfungen versehen ist, erfüllen, wenn nach der Verbraucherseite der Gleichstrom mittels Kondensatoren blockiert wird. Eine solche Kombination hat aber als Autotransformator bis heute noch wenig Eingang in die Verstärkertechnik gefunden, denn die Praxis zeigt, daß lediglich der Zweiwicklungstransformator dominiert.

Während in Kreisen der Funkbastler bisher nur der Gittertransformator[1]) für die Verstärkertechnik von besonderer

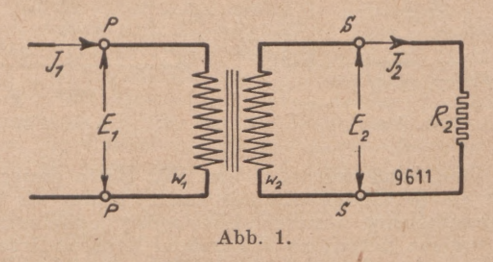


Abb. 1.

Wichtigkeit war, und der Ausgangstransformator[2]) in den seltensten Fällen als notwendig erachtet wurde, so wird nun neuerdings aus den obengenannten Gründen seine nähere Betrachtung und die Kenntnis seiner Eigenschaften ebenso akut wie noch vor kurzem die des Gittertransformators.

An den Ausgangstransformator werden nun verschiedene Bedingungen zu stellen sein, die er bezüglich einer verzerrungsfreien Übertragung der Verstärkerenergie auf den Lautsprecher erfüllen soll.

Es darf durch ihn das vom Empfänger und Verstärker bewältigte Frequenzgebiet nicht eingeengt werden (Benachteiligung der unteren und oberen Frequenzen); ferner soll auch keine merkliche Beeinflussung der zu übertragenden Schwingungen erfolgen, etwa dergestalt, daß ein Frequenzgemisch (das ein bestimmtes Klangbild bedeutet) durch Wegsieben oder Hinzufügen von Schwingungen eine Veränderung erfährt.

Wieweit sich solche Anforderungen erfüllen lassen, wird in folgenden Ausführungen über die Eigenschaften des Leistungstransformators gezeigt werden.

Zunächst interessiert die Wirkungsweise an sich, und deshalb nehmen wir einen sog. idealen Transformator[3]) an, der also keine Verluste oder sonstigen unerwünschten Eigenschaften besitzt.

Um uns die Widerstandsübersetzung klarzumachen, gehen wir von dem in der Abb. 1 gezeigten Fall aus. Ein Transformator mit den primären Windungen w_1 und den sekundären Windungen w_2 übersetzt die primär angelegte Spannung E_1 auf die Sekundärseite im Verhältnis der Windungszahlen[4]); es ist (im Idealfalle)

$$E_2 = \frac{w_2}{w_1} \cdot E_1.$$

Es soll nun auf der Sekundärseite über einen Belastungswiderstand R_2 ein Strom J_2 fließen, der sich sehr einfach zu

$$J_2 = \frac{E_2}{R_2}$$

berechnen läßt. Damit aber auf der Sekundärseite die elektrische Leistung $E_2 \cdot J_2$ abgenommen werden kann, muß auf der Primärseite, der die gleiche Energie zufließen muß (Verluste seien ausgeschlossen), ein Strom J_1 fließen und die Leistung $E_1 \cdot J_1$ dem Transformator zuführen. Beide, die ankommende und die weitergehende Leistung, müssen gleich groß sein:

$$E_2 \cdot J_2 = E_1 \cdot J_1.$$

Nun ist aber $E_2 = \frac{w_2}{w_1} E_1$, und wenn wir dies in die letzte Gleichung einsetzen, ergibt sich

$$E_1 \cdot \frac{w_2}{w_1} \cdot J_2 = E_1 \cdot J_1$$

oder

$$J_2 = \frac{w_1}{w_2} \cdot J_1.$$

Der Strom wird also im umgekehrten Verhältnis transformiert wie die Spannung.

Es war

$$\frac{E_2}{J_2} = R_2,$$

und wenn wir für E_2 und J_2 die entsprechenden Werte (durch die Umrechnung über das Windungsverhältnis, siehe oben) einsetzen, erhalten wir, da

$$E_2 = \frac{w_2}{w_1} \cdot E_1 \text{ und } J_2 = \frac{w_1}{w_2} \cdot J_1$$

ist, die Gleichung

$$\frac{\frac{w_2}{w_1} \cdot E_1}{\frac{w_1}{w_2} \cdot J_1} = R_2 \text{ oder } \frac{E_1}{J_1} = \left(\frac{w_1}{w_2}\right)^2 \cdot R_2.$$

Der Quotient $\frac{E_1}{J_1}$ bedeutet nichts anderes als einen Widerstand R_1, und man erhält

$$R_1 = \left(\frac{w_1}{w_2}\right)^2 \cdot R_2.$$

Diese Formel drückt folgende sehr wichtige Beziehung aus: Der auf der Sekundärseite (mit w_2 Windungen) liegende Widerstand R_2 wird auf die Primärseite (mit w_1 Windungen) im Quadrat des umgekehrten Windungsverhältnisses übersetzt.

Man kann sich dies folgendermaßen sehr leicht merken: Es wird der Widerstand kleiner, wenn er auf die Wicklung mit der kleineren Windungszahl übersetzt wird

[1]) H. Reppisch, Der Transformator im Niederfrequenzverstärker. „Funk-Bastler" 1925, H. 44, S. 553/558.
H. Reppisch, Die Kapselung von Niederfrequenztransformatoren. „Funk-Bastler" 1928. H. 15, S. 230.

[2]) Im Nachbargebiet, der Fernsprechtechnik, bildete der Ausgangstransformator — oder wie er gut verdeutscht auch Nachübertrager heißt — schon seit Jahren den Gegenstand eingehender Untersuchungen. Nur ist bei der Funktechnik zu beachten, daß für ihre Zwecke die gestellten Bedingungen weit höhere sind, da der Übertragungsbereich (Frequenzgebiet) wesentlich umfangreicher ist als bei der Sprachübertragung allein.

[3]) Daß der Ausgangstransformator einen Eisenkern besitzt, braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden. Als Erst- und Zweitwicklung unterscheidet man natürlich auch Primär- und Sekundärseite.

[4]) H. Reppisch, Die Transformatorenkopplung im Niederfrequenzverstärker. „Funk-Bastler" 1928, Heft 25, S. 378/380; siehe auch Fußnote [1]). H. Reppisch, Über die Spannungsverstärkung mittels Transformatorenkopplung. Jahrb. f. dr. T. u. T. 1928, Bd. 31, H. 1.

und sinngemäß umgekehrt. Bezeichnen wir das Windungsverhältnis $\frac{w_2}{w_1}$ mit u, dann ist also immer

$$R_1 = \frac{1}{u^2} \cdot R_2,$$

ganz gleichgültig, welcher Art der Widerstand R_2 ist; um dies zum Ausdruck zu bringen schreibt man auch statt R_2 und R_1 die Werte $\mathfrak{R}_2$ und $\mathfrak{R}_1$.

Gehen wir einen Schritt weiter in unseren Betrachtungen und berücksichtigen, daß die Transformatorwicklungen einen

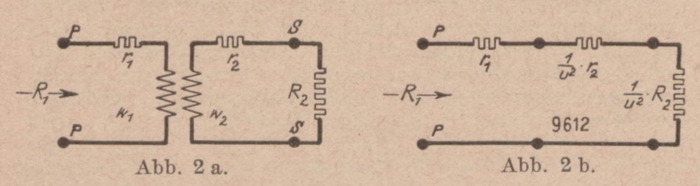


Abb. 2 a. Abb. 2 b.

gewissen **D r a h t w i d e r s t a n d** besitzen, so wird der auf der Primärseite meßbare Widerstand bei Hinzunahme derselben

$$R_1 = r_1 + \frac{1}{u^2} \cdot (r_2 + R_2);$$

in dieser Formel bedeuten r_1 und r_2 die Drahtwiderstände der Wicklungen. Bei dem in Abb. 2a schematisch dargestellten Transformator sind dies die Widerstände r_1 und r_2; w_1 und w_2 sind die Windungszahlen der die Transformation bewirkenden Induktivitäten, die wir immer noch als sehr groß angenommen haben. Damit ergibt sich das Ersatzbild Abb. 2b, aus dem die obige Formel leicht abgelesen werden kann (an die Vereinfachung der Darstellung mittels des Ersatzschemas wollen wir uns bereits schon jetzt gewöhnen, weil damit die Verhältnisse anschaulich diskutiert werden können).

Da die Primär- und Sekundärwicklung **r ä u m l i c h** nicht absolut eng zusammengebracht werden können, treten die von der **e i n e n** Wicklung erzeugten magnetischen Kraftlinien **n i c h t a l l e** durch die **a n d e r e** Wicklung hindurch, sondern umgehen eine Anzahl von Windungen und schließen sich schon früher. Man bezeichnet diese Erscheinung als **S t r e u u n g**. Die Streukraftlinien sind für die **T r a n s f o r m a t i o n s w i r k u n g** verloren.

Die gesamten Streukraftlinien jeder Wicklung kann man als eine Teilinduktivität des Transformators auffassen und bezeichnet sie dann als **S t r e u i n d u k t i v i t ä t**. Man muß sie sich so vorstellen, als ob sie mit dem Drahtwiderstand r in Reihe und **v o r** der **w i r k s a m e n** (transformierenden) Induktivität L_1 oder L_2 liegt, wie es Abb. 3a zeigt. Da wir bisher die wirksamen Induktivitäten L_1 und L_2 (die den Windungen w_1 und w_2 entsprechen) als sehr groß angenommen haben, so erhalten wir das Ersatzbild Abb. 3b, das die Drahtwiderstände, den sekundären Verbrauchswiderstand R_2 und die Streuinduktivitäten σL_1 und σL_2 enthält. Dabei bedeutet σ die Verhältniszahl von Streuinduktivität zur wirksamen Induktivität, welche man auch als **S t r e u k o e f f i z i e n t** bezeichnet. Aus dem Ersatzbild ergibt sich

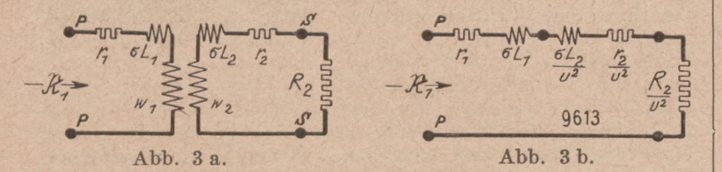


Abb. 3 a. Abb. 3 b.

nun der Eingangswiderstand des Transformators für die Frequenz ω zu

$$\mathfrak{R}_1 = r_1 + j\,\omega\,\sigma\,L_1 + \frac{1}{u^2} \cdot (r_2 + j\,\omega\,\sigma\,L_2 + R_2),$$

wobei also $\mathfrak{R}_1$ die Summe aller auf die Primärseite bezogenen Widerstände ist ($\sigma\,\omega\,L_1$ bzw. $\sigma\,\omega\,L_2$ sind ja auch Widerstände — man nennt sie Blindwiderstände).

Betrachten wir den in Abb. 3 gezeichneten Fall etwas näher, dann erkennen wir, daß die Streuung einen ungünstigen Einfluß auf die Transformation des Widerstandes R_2 hat. Das Ersatzbild zeigt uns, daß mit zunehmender Kreisfrequenz ω die von den Streuinduktivitäten herrührenden Blindkomponenten $j\,\omega\,\sigma \cdot L_1$ und $j\,\omega\,\sigma \cdot L_2$ immer mehr anwachsen und in den Stromkreis eine zunehmende Phasenverschiebung bringen. Vorläufig können wir bereits feststellen, daß **d i e S t r e u u n g** beim Ausgangstransformator **u n e r w ü n s c h t** ist, weil sie die Phasenverhältnisse des Belastungswiderstandes bei der Übersetzung nach der Primärseite beeinflußt. Wir könnten uns vorstellen, daß z. B. bei wachsender Frequenz der Blindwiderstand so stark wächst, daß der Eingangswiderstand an der Primärseite sehr groß wird, obwohl der sekundäre Belastungswiderstand R_2 klein ist.

Um der Wirklichkeit näherzukommen, berücksichtigen wir nun die Tatsache, daß die Wicklungsinduktivitäten nicht unendlich groß gemacht werden können, da wir dazu auch unendlich viele Windungen benötigen. Solche endlich begrenzten Induktivitäten machen sich nun im Eingangswiderstand des Transformators bemerkbar.

Wir versuchen uns dies auf folgende Weise klarzumachen: Bei unendlich großen Induktivitäten und einem Belastungswiderstand $R_2 = \infty$ (unendlich — der Transformator ist sekundärseitig unbelastet) müssen wir nach unseren bisherigen Überlegungen auch primärseitig einen unendlich großen Widerstand erhalten; dies können wir tatsächlich aus unserem Ersatzbild Abb. 3b ersehen (nach Entfernung von R_2 ist auch $\mathfrak{R}_1$ unendlich groß, da die Sekundärklemmen offen sind). Stellen wir uns nun vor, daß die Primärinduktivität L_1 nicht unendlich groß und die Sekundärseite noch offen ist, dann werden wir von der Primärseite her auch keinen unendlich großen Eingangswiderstand mehr messen können, sondern den primären Widerstand r_1 und diese endliche Induktivität messen. Das Ersatzbild für einen solchen leerlaufenden Transformator würde sehr einfach aussehen, und zwar wie Abb. 2a unter Weglassung des sekundären

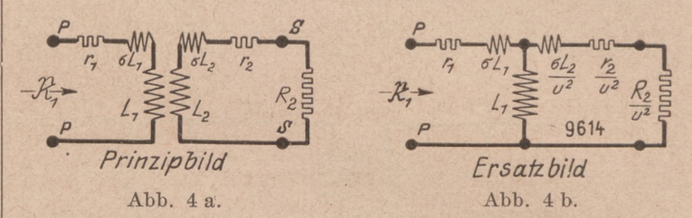


Abb. 4 a. Abb. 4 b.

Kreises (bestehend aus w_2, r_2 und R_2). Hätte dieser Transformator ein Windungsverhältnis von 1 : 1 (was wir hier nur zur Vereinfachung unserer Überlegung annehmen), und würden wir ihn mit einem Widerstand R sekundärseitig belasten, dann läge dieser Widerstand R parallel zu der primären Induktivität L_1; dies erkennen wir noch einfacher aus der bekannten Tatsache, daß die Drosselspule ein Transformator vom Übersetzungsverhältnis 1 : 1 ist, die nun in unserem Falle mit dem Widerstand R parallel liegt. Die wirksamen Induktivitäten machen sich also im Eingangswiderstand als querliegende Widerstände (Blindwiderstände) bemerkbar, während Drahtwiderstand und Streuinduktivität sich als Längswiderstände bemerkbar machen, was wir auch aus Abb. 2 und 3 gesehen haben. Wir erkennen aber gleich, daß die Bedingung einer möglichst getreuen Übersetzung des sekundären Widerstandes nur dann erfüllt wird, wenn der zu ihm parallel liegende Widerstand (herrührend von der endlichen Induktivität) vielmals größer ist als R_2; d. h. aber, die Wicklungsinduktivitäten (und damit die Windungszahlen) müssen groß sein.

Wir haben unsere Untersuchungen auf den von der Primärseite her meßbaren Eingangswiderstand gerichtet, weshalb in diesem Falle die Primärinduktivität L_1 (siehe Abb. 4 a) in das Ersatzbild 4 b als Quer- (Blind-) Widerstand eingeht. Für Betrachtungen des Eingangswiderstandes von den Sekundärklemmen her sind die bisherigen Überlegungen sinngemäß anzuwenden.

Man erkennt nun leicht, daß der Einfluß der querliegenden Primärinduktivität mit kleiner werdender Frequenz zunimmt, da ihr Widerstand linear mit der Frequenz steigt und fällt. Da nun die Beeinflussung bei den tiefsten zu übertragenden Frequenzen unmerklich sein soll, so muß ωL_1 hier immer noch etliche Male größer sein als R_2. Dieser Forderung kommt (für die meisten Lautsprechersysteme) die Tatsache entgegen, daß der Scheinwiderstand derselben bei tiefen Frequenzen auch klein ist, man also mit Induktivitäten auskommt, die sich technisch und wirtschaftlich rechtfertigen lassen.

Unter Berücksichtigung der bisher erwähnten Größen erhält man das in Abb. 4 b gezeigte Ersatzbild für den Transformator; es ist nun noch zu beachten, daß durch die immerhin großen Windungszahlen jede Wicklung des Transformators eine bestimmte Kapazität aufweist.

Für die Wicklungskapazitäten[5]) (welche ja stetig zwischen den Drahtwindungen verteilt sind) denkt man sich je eine resultierende Kapazität (C_1 und C_2) zwischen den Klemmen PP und SS liegend angenommen. Diese Kapazitäten sind besonders im oberen Frequenzbereich wirksam und beeinträchtigen den Eingangswiderstand. Sie stellen nämlich gerade für die oberen Frequenzen eine starke kapazitive Belastung des Transformators dar, die je nach Größe und Verhältnis zum Belastungswiderstand (des Verbrauchers) eine Benachteiligung der höheren Frequenzen zur Folge haben kann. Für die hohen Frequenzen des Übertragungsbereiches spielt aber noch, wie wir bereits gesehen haben, auch die Streuung eine wesentliche Rolle, so daß es in diesem Frequenzgebiet auf das Zusammenwirken von Streuung und Kapazität ankommt.

Eine weitere Verlustquelle müssen wir noch berücksichtigen, nämlich den Eisenkern. Dieser wird durch den Wechselstrom ständig ummagnetisiert, wodurch Hysterese- und Wirbelstromverluste auftreten, die sich als Erwärmung zeigen. Wenn wir dieselbe nicht durch Befühlen des Eisenkernes mit der Hand feststellen können, so hat dies seinen besonderen Grund. Man braucht nur zu bedenken, daß die über den Transformator gehende Nutzleistung sehr klein ist und bei gutem Wirkungsgrad die Verluste auch sehr klein sind; vor allem aber ist die wärmeabstrahlende Oberfläche des Eisenkernes und der Wicklungen als sehr groß gegenüber der erzeugten Wärmemenge zu bezeichnen.

Die gesamten Eisenverluste werden mit großer Annäherung durch einen zur wirksamen Primärinduktivität parallelliegenden Widerstand W berücksichtigt, welcher aus der Verlustleistung errechnet werden kann.

Unter Einbeziehung aller nunmehr behandelten Größen ergibt sich das in Abb. 5 gezeigte Ersatzbild (bei dem auch die zwischen Primär- und Sekundärwicklung vorhandene Kapazität C_{PS} angedeutet ist). Um nun den Einfluß aller Größen auf die Übersetzung (Transformation) des Verbraucherwiderstandes R_2 auf die Primärseite zu studieren, kann man die Formel für den Eingangswiderstand R_1 auf Grund der für verzweigte Widerstandsgebilde gültigen einfachen Regeln aufstellen; von den Formeln selbst sei hier abgesehen, weil wir uns noch kurz mit dem Leerlauf- und Kurzschlußwiderstand, die charakteristische Merkmale des Transformators sind, beschäftigen wollen.

Aus dem Ersatzbild (Abb. 5) können wir nun leicht die an einen zweckmäßigen Ausgangstransformator zu stellenden Bedingungen ablesen. Der Transformator erscheint uns hier als ein Schaltungsgebilde, welches L e i t u n g s - und A b l e i t u n g s v e r l u s t e besitzt; die ersteren entstehen durch die Spannungsabfälle an den Längswiderständen r_1, r_2 (mit denen quasi R_2 in Serie liegt), die letzteren durch die über

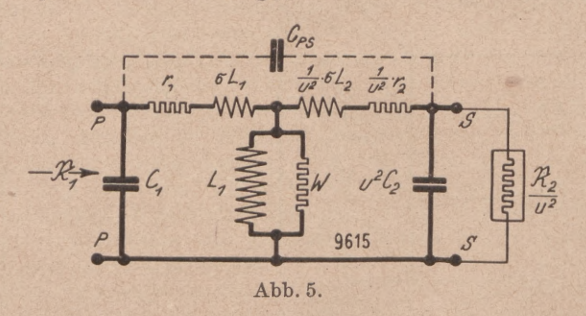


Abb. 5.

W erfolgende Stromverzweigung. Die Blindwiderstände, herrührend von den Streuinduktivitäten ($\omega\sigma L_1$, $\omega\sigma L_2$), sollen möglichst klein, der Blindwiderstand, herrührend von der endlichen Primärinduktivität ωL_1 soll möglichst groß sein. Je kleiner die Längs- und je größer die Querwiderstände sind, um so mehr nähert sich unser Transformator dem eingangs betrachteten i d e a l e n Übertrager. Die genannten Bedingungen lassen sich aber auch noch folgendermaßen zum Ausdruck bringen: Nehmen wir auf der Sekundärseite den Widerstand R_2 einmal als sehr klein (Kurzschluß), das andere Mal als sehr groß (Leerlauf) an, so erhalten wir zwei Grenzfälle der Transformatorbelastung und können die obigen Bedingungen durch sie so ausdrücken: Der Kurzschlußwiderstand soll möglichst klein, der Leerlaufwiderstand sehr groß gemacht werden; unbedingt aber ist zu erfüllen, daß der Kurzschlußwiderstand vielmals kleiner ist als der Leerlaufwiderstand. Den Einfluß des Kurzschluß-

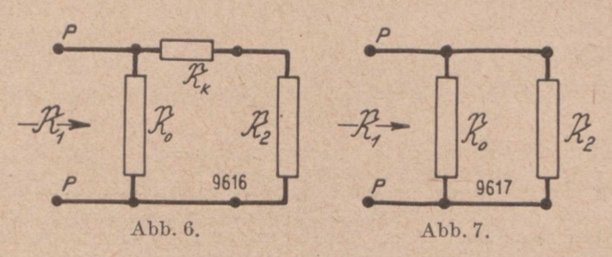


Abb. 6. Abb. 7.

und Leerlaufwiderstandes auf den Eingangswiderstand R_1 eines mit dem Belastungswiderstand R_2 abgeschlossenen Übertragers gibt eine sehr einfache Formel[6]) an, die wir für einen Übertrager mit dem Windungsverhältnis 1 : 1 anwenden und welche lautet:

$$\mathfrak{R}_1 = \frac{\mathfrak{R}_0 \cdot (\mathfrak{R}_k + \mathfrak{R}_2)}{\mathfrak{R}_0 + \mathfrak{R}_2}.$$

Darin bedeuten $\mathfrak{R}_0$ den Leerlauf- und $\mathfrak{R}_k$ den Kurzschlußwiderstand. Wenn man diese Formel näher betrachtet, kann man leicht feststellen, daß durch Erweiterung des Nenners um den Summanden $\mathfrak{R}_k$ diese Formel in die Beziehung

$$\mathfrak{R}_1 = \frac{\mathfrak{R}_0 \cdot (\mathfrak{R}_k + \mathfrak{R}_2)}{\mathfrak{R}_0 + (\mathfrak{R}_k + \mathfrak{R}_2)}$$

übergeht, welche man als die bekannte Formel für die Parallelschaltung der Widerstände $\mathfrak{R}_0$ und $(\mathfrak{R}_k + \mathfrak{R}_2)$ erkennt. Da nach unseren früheren Überlegungen der Leerlaufwiderstand $\mathfrak{R}_0$ sehr groß sein sollte, so kann man (da auch $\mathfrak{R}_k$ sehr klein gegenüber $\mathfrak{R}_2$ sein soll) diese Erweiterung mit $\mathfrak{R}_k$ dazu benutzen, ein einfaches Ersatzbild für den Ausgangstransformator zu schaffen, das die der Messung leicht zugänglichen Widerstandsgrößen enthält. Der soeben besprochene Fall ist in Abb. 6 schematisch dargestellt; die Anordnung der drei in Frage kommenden Widerstände ist einfach aus der letzten Formel zu ersehen. Ist der Kurzschlußwiderstand sehr klein gegenüber dem Verbraucherwiderstand, so kann man z. B. $\mathfrak{R}_k$ im Zähler der vorletzten Formel vernachlässigen, wodurch man eine reine Parallelschaltung von $\mathfrak{R}_0$ und $\mathfrak{R}_2$ erhält, die Abb. 7 zeigt. Die in den Abb. 6 und 7 angegebenen Ersatzbilder für die leicht mittels Messung feststellbaren Widerstandswerte gestatten eine schnelle Untersuchung und Beurteilung eines Transformators[7]). Man sieht auch hier wieder aus den Ersatzbildern, daß die in den vorhergehenden Betrachtungen geforderten Bedingungen zur möglichst unbeeinflußten Übertragung des Verbraucherwiderstandes erscheinen.

Die Größe des Übersetzungsverhältnisses, welches der Ausgangstransformator zur möglichst verzerrungsfreien Übertragung der Verstärkerleistung auf den Lautsprecher haben soll, ist Sache der Leistungsverstärkung, da die durch ihn zu vermittelnde günstigste Widerstandstransformation von der Größe des Röhrenwiderstandes und des Lautsprecherscheinwiderstandes abhängig ist. Auf diese speziellen Verhältnisse kann im Rahmen dieses Aufsatzes nicht eingegangen werden. Die Berechnung des notwendigen Windungsverhältnisses soll jedoch für einen angenommenen Belastungsfall gezeigt werden. Die Endröhre habe einen inneren Widerstand $R_i = 3000$ und der Verbraucher habe

[5]) In manchen Fällen können auch noch die Kapazitäten, die die Wicklungen gegeneinander und jede gegen den Eisenkern bilden, von Bedeutung sein.

[6]) Breisig, Theoretische Telegraphie, 1910, S. 292. In der angeführten Formel bedeuten die Zeiger o und k (offen und kurz) Leerlauf und Kurzschluß, die Zeiger 1 und 2 die Primär- und Sekundärgrößen.

[7]) Die Messung des Leerlauf- und Kurzschlußwiderstandes ist weit einfacher und praktischer, als aus anderen, schwierigeren Messungen die physikalischen Größen L_1, L_2 usw. zu ermitteln. Über Messungen an Transformatoren ist in dem Buch: Forstmann-Reppisch, Der Niederfrequenzverstärker (Verlag R. C. Schmidt, Berlin W) Näheres ausgeführt und auch darüber Literatur angegeben.

$R_2 = 4000$; für den angenommenen Fall soll die Überanpassung an die Röhre $R_1/R_i = 12$ sein, so daß also der Transformator den Widerstand von 4000 Ohm auf $12 \cdot 3000 = 36\,000$ Ohm bringen muß. Wir sehen, der notwendige Transformator muß von der Verbraucherseite nach der Röhrenseite hochtransformieren; das Windungsverhältnis ergibt sich aus

$$R_1 = \frac{1}{u^2} \cdot R_2,$$

wobei für R_1 nun die 36 000 Ohm einzusetzen sind. Es ergibt sich

$$u = \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} = \sqrt{\frac{4\,000}{36\,000}} = 1:3,$$

wobei wir zu beachten haben, daß $u = \frac{w_2}{w_1}$ ist; können wir für die w_1-Seite 15 000 Windungen nehmen, dann wird die andere Wicklung mit 5000 Windungen auszuführen sein.

Bei handelsüblichen Transformatoren findet man nur selten das Windungsverhältnis angegeben; meistens findet man nur Betriebsangaben, wie „Ausgangstransformatoren für 1 bis 3, oder Ausgangstransformatoren für 3 bis 6 Lautsprecher". Neuerdings gibt z. B. Körting auf den Ausgangstransformatoren sowohl die Übersetzung als auch den jeweiligen Verwendungszweck (elektromagnetische oder elektrodynamische Lautsprecher) an. Da es aber, wie es gezeigt wurde, auf die Widerstandstransformation beim Ausgangstransformator ankommt, so sei hier der Vorschlag gemacht, das Widerstandsübersetzungsverhältnis anzugeben; in der Fernsprechtechnik ist diese Art der Bezeichnung schon längst üblich.

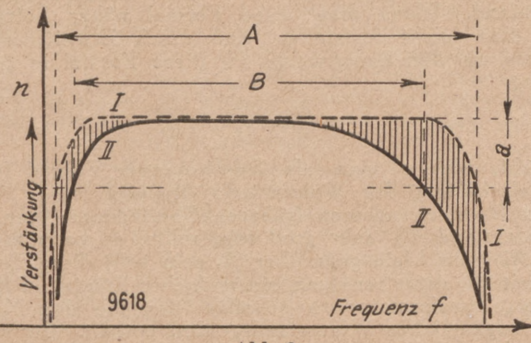


Abb. 8.

Um die Auswirkung der geschilderten Verlustquellen prinzipiell zu erwähnen, sei beispielsweise ein Verstärker angenommen, der ohne Ausgangstransformator den in Abb. 8 mit A bezeichneten Durchlässigkeitsbereich besitzt; den Verlauf der Leistungslieferung, abhängig von der Frequenz f, gibt in diesem Fall die Kurve I. Durch Einschalten des Transformators wird der urprüngliche Durchlässigkeitsbereich auf die Breite B (Kurve II) begrenzt, also enger und dies um so mehr, je verlustbehafteter der Transformator ist. Die für beide Bereiche (A und B) zugelassene Leistungsbenachteiligung ist mit a bezeichnet. Die Benachteiligung der Leistungsverstärkung durch den Transformator tritt, wie ersichtlich, im unteren und oberen Frequenzgebiet auf, was (wie bereits erörtert) einerseits auf die Kupferverluste (Drahtwiderstände), endliche Primärinduktivität und Streuung und andererseits auf die Wicklungskapazität zurückzuführen ist. Man darf nun deswegen nicht glauben, daß die Verwendung des Transformators in jedem Falle so übertrieben nachteilig wäre, wie in Abb. 8 dargestellt ist; denn einerseits ist es uns durch ihn erst möglich, die günstigste Leistungsabgabe an den Verbraucher zu vermitteln, und andererseits können durch konstruktive Maßnahmen seine unangenehmen Eigenschaften auf einen geringeren und noch zulässigen Wert gebracht werden, so daß von Frequenzbenachteiligungen durch den Transformator nichts bemerkt werden kann.

Um bei den hohen Wechselspannungen, die z. B. bei Leistungsverstärkern auftreten, in den zulässigen Grenzen der Eisenbeanspruchung zu bleiben, muß der Eisenkern ein den Spannungsverhältnissen (in dem ganzen Frequenzgebiet!) angemessenes Volumen besitzen; die Eisensättigung bei maximaler Spannung ist gerade für die tiefen Frequenzen kritisch, weshalb die Kerndimensionierung für die untere Grenze des Frequenzbereiches erfolgen muß.

Dies kann man leicht aus der bekannten Formel für die Spannung

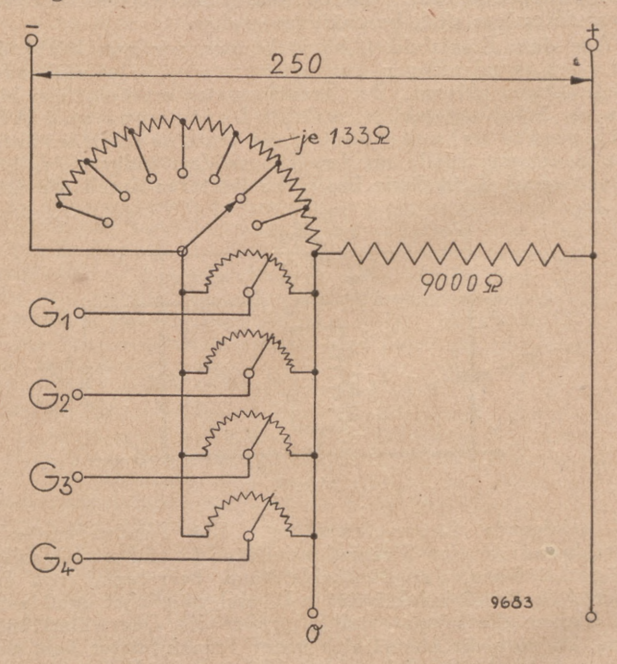
$$E = \omega \cdot w \cdot B \cdot Q \cdot k,$$

in der ω die Frequenz, w die Windungszahl, B die magnetische Induktion, Q den Eisenquerschnitt und k eine Umrechnungskonstante bedeuten, erkennen. Nehmen wir E, w und Q einmal als gegeben an, so wird bei kleiner werdender Frequenz die Induktion B immer größer und damit auch die Eisenbeanspruchung. Um bei der maximal in Frage kommenden Spannung und der kleinsten Frequenz nicht unzulässig hohe Induktionen B zu bekommen, muß der Eisenquerschnitt und die Windungszahl möglichst groß gewählt werden. Ein guter Ausgangstransformator würde also als äußerliches Kennzeichen einen großen Eisenkern haben, wobei hier nicht behauptet werden soll, daß dies das alleinige Kennzeichen für die Güte desselben ist.

Da der Ausgangstransformator im Gegensatz zum Gittertransformator (wie er zur Spannungsverstärkung mittels Transformatorkopplung verwendet wird) konstruktiv viel stabiler ausgeführt wird, so werden manche Bastler (obwohl es bereits im Handel vorzügliche Ausgangstransformatoren verschiedenen Übersetzungsverhältnisses gibt) den Wunsch hegen, selbst einen Ausgangstransformator zu bauen; aus den vorliegenden Ausführungen ersieht man schon, daß man beim Selbstbau nicht mit den beim Verstärkertransformator üblichen dünnen Drähten arbeiten braucht (kleiner Drahtwiderstand bei großen Induktivitäten der Wicklungen). Diesem Bestreben kann in einem praktischen Teil eines späteren Aufsatzes über den Ausgangstransformator nachgekommen werden; vorweg sei bemerkt, daß wir in diesem Falle des Selbstbaues eines Kleintransformators ganz besonders auch die Verhältnisse im Eisenkern und die durch die Wicklungsanordnung bedingte Streuung und Wicklungskapazität berücksichtigen müssen.

Entnahme der Gitterspannungen aus dem Netzanschlußgerät.

In der Zeichnung Abb. 3 des Aufsatzes „Entnahme der Gitterspannungen aus dem Netzanschlußgerät" von H. Schwarz (Heft 29 des „Funk-Bastler", Seite 460) fehlt eine kurze Verbindungslinie zwischen dem oberen Anschluß von P_1 und



dem unteren Ende des Widerstandes von 9000 Ohm. Die berichtigte Zeichnung sei deshalb hier noch einmal wiederholt und gleichzeitig etwas übersichtlicher und mit den genormten Bildzeichen dargestellt.

Verantwortl. Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lankwitz. — Druck: Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68. — Sendungen an die Schriftleitung nur nach Berlin SW 68, Zimmerstraße 94, Fernruf: A 4 Zentrum 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstraße 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk".